ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Proyecto Fin de Grado

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DEDICADA A LA EXTRUSIÓN DE POLIETILENO Y POLIPROPILENO

(Air conditioning of an industrial building dedicated to the extrusion of polyethylene and polypropylene)

Para acceder al Título de

GRADUADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Diego Setién Chamorro

Mayo - 2020

AGRADECIMIENTOS

Ahora que culmino mi etapa académica con la ejecución de este proyecto final de carrera, no quería olvidarme de las personas que han hecho posible que hoy me gradúe como Ingeniero Mecánico.

Por encima de cualquier cosa, agradecer a mis padres la oportunidad de poder estudiar una carrera. Además de la manera en que lo han hecho, con esfuerzo y mucha paciencia especialmente en los inicios.

También agradecer a mi hermano la ayuda brindada durante estos años y sobremanera en algunos aspectos de la ejecución de este trabajo que me ha servido de gran apoyo sacándome de algunas dudas. Dentro de poco, tú también serás Ingeniero y estoy muy orgulloso de ello.

No puedo terminar estas líneas sin dejar constancia también del apoyo y la comprensión de mis abuelos, que aunque siguiesen mi carrera académica con más distancia también se preocupaban e intentaban comprenderme o quitar hierro al asunto cuando suspendía.

El camino ha sido más largo de lo esperado por mi inmadurez, pero hoy llego a la meta por fín, obteniendo el título.

Por último dar las gracias a mis dos directores del TFG, Juan Carcedo y Luis Miguel Muñiz por darme la oportunidad de poder desarrollar un proyecto que toca varios ámbitos de la ingeniería, que a mí me gustan especialmente como son, la climatización y el cálculo de estructuras.

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DEDICADA A LA EXTRUSIÓN DE POLIETILENO Y POLIPROPILENO.

(AIR CONDITIONING OF AN INDUSTRIAL BUILDING DEDICATED TO THE EXTRUSION OF POLYETHYLENE AND POLYPROPYLENE)

RESUMEN:

Este Proyecto responde a la necesidad de instalar un Sistema de climatización en una nave industrial dedicada a la extrusión de polietileno y polipropleno.

En este edificio se acometerán una serie de obras para garantizar la estanqueidad del mismo, de modo que debido a la gran cantidad de calor generado en esa nave por la propia naturaleza de la producción y la no renovación de aire, se hace indispensable un sistema que renueve y refrigere el volumen inferior de la nave donde las personas realizan su trabajo diario.

Se proyecta una instalación formada por una enfriadora que dotará de agua fría a dos climatizadores en paralelo. La correcta circulación de agua por el circuito se garantiza con la colocación de dos bombas una para cada climatizador. Además se instalará un depósito de inercia para evitar paros y arranques innecesarios de la enfriadora y un vaso de expansión como seguridad, a pesar de ser un circuito de agua fría. También se colocará dos pequeños depósitos de biócidas y antiincrustantes con dos pequeñas bombas incorporadas.

Cada climatizador tiene su línea independiente de conductos de impulsión y retorno de aire, cada uno impulsará aire a cada una de las dos filas de extrusoras presentes en la nave. El diseño de los conductos de impulsión es complejo, pero se ha tenido que hacer así debido al reducido espacio en planta, ya que es una nave con gran densidad de máquinas y estructuras.

También se realiza el diseño y cálculo de una pequeña estructura que soportará en altura a la enfriadora en el exterior de la nave.

Por otro lado se hace un cálculo del sistema de distribución eléctrico y sus protecciones.

SUMMARY:

This Project responds to the need to install an air conditioning system in an industrial building dedicated to the extrusion of polyethylene and polypropylene.

A series of works will be undertaken in this building to guarantee its tightness, so that due to the large amount of heat generated in that building by the very nature of production and the non-renewal of air, its essential a system that renovate and refrigerate the lower volume of the building where people do their daily work.

An installation consisting of a chiller to provide two parallel air conditioners with cold water. The correct circulation of water through the circuit is guaranteed by placing two pumps, one for each air conditioner. In addition, a buffer tank will be installed to avoid unnecessary stops and starts of the chiller and an expansion tank for safety, despite being a cold water circuit. Two small biocide and antifouling tanks will also be installed with two small built-in pumps.

Each air conditioner has independent line of air supply and return ducts, each one will supply air to each of the two rows of extruders present in the building. The design of the supply ducts is complex, but it had to be done in this way. Due to the reduced floor space, since it is a building with a high density of machines and structures.

The design and calculation of a small structure that will support the chiller on the outside of the building is also carried out.

On the other hand, a calculation is made of the electrical distribution system and its protections.

Alumno: Diego Setién Chamorro

Director: Juan Carcedo Haya

ÍNDICE GENERAL

1. Memoria.
2. Anexos.
   - 2.1. Anexo I: Cálculos de la transmitancia térmica de los cerramientos.
   - 2.2. Anexo II: Cálculos de las cargas térmicas.
   - 2.3. Anexo III: Cálculos de los equipos.
   - 2.4. Anexo IV: Cálculos de las tuberías de agua, depósitos y vaso de expansión.
   - 2.5. Anexo V: Cálculos de la red de conductos de impulsión y retorno de aire.
   - 2.6. Anexo VI: Cálculos de la estructura portante de la enfriadora.
   - 2.7. Anexo VII: Cálculos eléctricos del sistema.
   - 2.8. Anexo VIII: Tablas.
3. Planos
4. Estudio básico de seguridad y salud.
5. Pliego de condiciones
6. Presupuesto
7. Catálogos
8. Bibliografía

1. MEMORIA

ÍNDICE

1. Objetivo del proyecto …….. 3
2. Antecedentes y justificación del proyecto …… 3
3. Norma ISO 22000 …… 4
4. Norma BRC …….. 5
5. Descripción de la instalación ……. 5
   5.1. Instalación eléctrica …… 5
   5.2. Instalación de control ……. 7
6. Localización de la nave …….. 7
7. Descripción del edificio ……... 8
8. Explicación breve del sistema de fabricación ……. 8
9. Limitaciones de la producción …….…..... 9
10. Horario de funcionamiento …….…… 9
11. Demanda térmica y necesidad de un sistema de control ……..……. 10
12. Condiciones de proyecto ……..…… 10
    12.1. Condiciones exteriores ……..….. 10
    12.2. Condiciones interiores …….…… 11
13. Composición de los cerramientos de la nave ……..... 13
14. Cargas térmicas ……...……..… 15
15. Hipótesis de cálculo ……... 16
16. Sistema elegido ……...…….. 17
17. Centrales de producción de frio y elementos asociados …….…… 21
    17.1. Enfriadora …….……..... 21
    17.2. Climatizadores …… 22
    17.3. Depósito de inercia …….……..... 22

17.4. Vaso de expansión ……..……..... 23

17.5. Bombas ……..……. 24

18. Red de distribución de agua ……. 25

19. Red de distribución de aire ……... 26

19.1. Difusores …… 27

19.2. Rejillas …… 27

19.3. Ventiladores …… 28

20. Tratamiento del agua …… 28

20.1. Corrosión ……..... 31

20.2. Incrustaciones …… 34

20.3. Ensuciamiento ……... 36

20.4. Contaminación microbiológica …… 38

21. Fuentes de energía empleadas ……... 40

22. Estructura portante de la enfriadora …… 41

23. Descripción de la instalación eléctrica …… 41

23.1. Potencia total prevista …….. 42

23.2. Características de la instalación ……. 43

23.2.1. Origen de la instalación ……. 43

23.2.2. Cuadro general de distribución ……..... 43

23.3. Instalación de puesta a tierra …….. 45

23.4. Fórmulas utilizadas en los cálculos …… 46

23.4.1. Intensidad máxima admisible …… 46

23.4.2. Caída de tensión …… 47

23.4.3. Criterios para la corrección de la resistencia de los conductores ……... 49

23.4.4. Intensidad de cortocircuito …… 50

24. Normativa ……. 52

25. Presupuesto general …….. 53

1. OBJETIVO DEL PROYECTO

Este proyecto consiste en el cálculo y diseño de la climatización de una nave industrial dedicada a la extrusión de distintos polietilenos y polipropilenos para la producción de films.

También se definirán las condiciones técnicas de la instalación de baja tensión, control y automatización necesarios, así como el cálculo de cualquier estructura que se requiera para soportar algún elemento pesado de las instalaciones propuestas.

Por último se realizará una valoración económica de todo lo proyectado.

Todas las instalaciones que se calculan y diseñan en este proyecto, así como los equipos seleccionados para refrigerar y climatizar deberán cumplir con las normativas y aspectos técnicos legales vigentes.

Por lo tanto, el objetivo de este proyecto no es otro que dar una solución técnica para acondicionar los volúmenes inferiores de la nave ya que se pretende aumentar la estanqueidad de ésta, con el fin de mejorar las condiciones de limpieza del aire de la sala. Para ello, se prevé la puesta en marcha de un programa de mejora de los cerramientos y puertas de la nave. Ello conllevará un aumento considerable de temperatura de la zona de trabajo alcanzándose unas condiciones térmicas inadmisibles para los trabajadores. Luego, es necesario contrarrestar este efecto y también mantener un control sobre la calidad del aire.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Hasta la actualidad en la nave a tratar se podía trabajar con las puertas abiertas, lo que conllevaba una continua renovación de aire. Además la cumbre de la cubierta es abierta y tiene colocados unos equipos que favorecen el efecto chimenea para extraer continuamente el aire caliente que se acumula y conseguir una corriente de convección desde los volúmenes inferiores de la nave hasta la cumbre.

Pero en un futuro muy próximo la empresa tiene que cumplir con unas normas de seguridad alimentaria que exigen los clientes, estas normas son la ISO 22000 y la anglosajona BRC

aún más restrictiva. Por tanto se tiene que llevar a cabo un programa de cerramientos en la nave, un sistema de entrada y salida de doble puerta, en definitiva, conseguir la máxima estanqueidad en la nave para poder controlar la calidad del aire y eliminar la presencia de insectos.

Con todo esto se prevé un considerable aumento de la temperatura en la zona de producción que hará imposible el confort y el correcto desempeño del trabajo de las personas.

En esta nave se extruye polietileno y polipropileno. Estos materiales funden a unas temperaturas entre 175 ºC y 240 ºC dependiendo de sus características, acumulándose una gran carga térmica en la zona de trabajo.

3. NORMA ISO-22000

La norma ISO 22000 es la norma internacional de sistemas de gestión de seguridad alimentaria que especifica los requisitos que se deben cumplir en la totalidad de la cadena de suministros de alimentos, asegurando la inocuidad de éstos hasta que lleguen al consumidor.

Esta norma se crea con el claro objetivo de garantizar la seguridad alimentaria.

La obtención de esta norma por parte de la empresa la coloca en posición de ventaja frente a otras a la hora de ser seleccionada como proveedor. Ser acreditado con este certificado va más allá del prestigio de haber superado una serie de requisitos de seguridad alimentaria, pues implica un conjunto de beneficios para la compañía. Algunos de ellos son los siguientes:

- Conseguir una ventaja competitiva frente a otras empresas.
- Identificar riesgos en la cadena de producción.
- Gestionar la empresa de manera más eficiente y rentable.
- Prevenir fallos en la seguridad de los alimentos.
- Minimizar el número de reclamaciones de clientes.

4. NORMA BRC

Esta norma consiste también en garantizar la seguridad alimentaria, a lo largo de toda la cadena hasta que llega al consumidor. La diferencia con la anterior es que esta ha sido desarrollada por el British Retail Consortium (BRC), que es la asociación que protege a los minoristas británicos.

De modo que para poder entrar en el mercado del Reino Unido y poder seguir expandiéndose por parte de Asia y Estados Unidos es muy aconsejable acreditarse con esta norma. Además está reconocida por la Global Food Safety Initiative (GFSI).

La empresa tiene previsto seguir abriéndose paso en el mercado a través de clientes en países anglosajones, por lo tanto, certificarse con esta norma será un gran paso para poder seguir creciendo como compañía.

5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación propuesta consta de dos líneas independientes e iguales de ventilación/refrigeración, una para cada fila de extrusoras.

Por este motivo es necesaria la instalación de un cuadro de control en el box de la sala, en el cual se sitúe la aparamenta eléctrica necesaria para la protección de la nueva instalación, así como un sistema de automatización y control que se encargue de la puesta en marcha o no de la misma en función del cumplimiento de los requisitos definidos.

5.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica consiste en un cuadro eléctrico, situado en el box de la sala, alimentado desde la blindo barra de la sala de fabricación, que dará servicio a:

1 Enfriadora Airlan NRB1800
- Corriente total absorbida: 300 A
- Ventiladores estándar: 8
- Caudal de aire (m3/h):128000

- Potencia sonora(dB):92

2 Bombas Grundfos TP 65-460/2

- Potencia nominal: 11kW
- Frecuencia de alimentación:50Hz
- Tensión nominal: 3 x 380-415D/660-690Y V
- Intensidad de arranque: 660-780%
- Velocidad nominal: 2940-2950 rpm
- Caudal nominal: 56,9m3/h
- Líquido bombeado: Agua

2 Climatizadoras AIRLAN mod. FMA284

- Caudal: 53.000m^3/h
- DP Disponible: 250Pa
- Presión total: 759Pa
- Potencia de motor: 11kW
- PKW-enfriamiento 250kW
- Tensión de red: 400/V3/50Hz

1 Sistema de control

- Potencia calculada: 1kW
- Tensión de red: monofásica
- Intensidad de uso prevista: 4,6 A

5.2. INSTALACIÓN DE CONTROL

En este proyecto no se calcula ni diseña el sistema de control correspondiente a esta instalación. Lo que si se prevé es una línea en la instalación eléctrica para poder acometer un sistema de regulación y control. Aunque no se vaya a diseñar ese sistema si queda constancia en este apartado de algunas premisas que debería cumplir ese plan de control.

Para el correcto funcionamiento de la instalación, es necesario controlar sondas de temperatura situadas en diferentes puntos de la instalación, así como las compuertas de las máquinas y el funcionamiento de los equipos.

Las dos unidades de control de aire exterior, compuestas cada una de ellas de entrada de aire y toma de recirculación, están dotadas de un sistema de control que permite el aprovechamiento gratuito de la temperatura exterior (Free-cooling).

La temperatura de impulsión se selecciona en 11.09ºC.Las unidades de control de aire exterior estarán provistas de recirculación y de free-cooling con el fin de optimizar al máximo la utilización del aire exterior cuando las temperaturas lo permitan.

Los dos bombas llevaran instalados un variador de frecuencia que permita controlar la velocidad de las mismas según la consigna de trabajo necesaria.

Como los equipos de climatización a instalar constan de variador de frecuencia propio, se incorporan ambos al sistema de control para automatizar su funcionamiento

6. LOCALIZACIÓN

La ubicación de la instalación está en una nave perteneciente a una empresa privada, en la avenida en Pablo Garnica 20, Torrelavega, CP 39300, Cantabria.

Sus coordenadas son:

Latitud 43,21º N – Longitud 4,3º O

Altitud 14 metros.

7. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La nave para la que vamos a dimensionar las instalaciones es de forma rectangular a excepción de una de las esquinas que hace forma de chaflán. La superficie útil es de 3025 m^2 y tiene una altura de 20 metros hasta la cumbre. El edificio es todo un único volumen ya que la maquinaria que se aloja en él tiene alturas de entre 10 y 16 metros. Estas máquinas son un total de 17 extrusoras, 12 de ellas son tricapa y 5 monocapa. Están dispuestas en dos filas a izquierda y derecha dejando un pasillo en medio. Hay dos puertas automatizadas a ambos extremos del pasillo que sirven de entrada y salida y tienen unas dimensiones de 4 x 4 metros.

La pared que tiene 77 metros de largo y orientación sur, linda con la sección de impresión de la fábrica. La pared de 40,2 metros con orientación oeste da con una zona de almacenaje al aire libre, la pared con orientación este da hacia la carretera Tramo de Unión y la otra pared limita en su totalidad con el taller de mantenimiento.

8. EXPLICACIÓN BREVE DEL SISTEMA DE FABRICACIÓN

La granza de polietileno y polipropileno llega a la fábrica en cisternas o en pallets que son cargados en unos silos de 100 toneladas de capacidad que están dispuestos en el exterior de la nave.

La granza llega hasta los sistemas de dosificación de las extrusoras a través de unas líneas que funcionan mediante vacío, para conseguir el transporte del material. Una vez en las tolvas correspondientes el polietileno entra dosificado con otros aditivos en la extrusora.

A medida que va avanzando por ella se va calentando y fundiendo hasta que pasa a través de unos filtros o también llamadas mallas rompedoras, donde queda cualquier tipo de impureza y de ahí pasa al cabezal de la máquina. Del cabezal sale a la superficie abriéndose paso por unos labios metálicos consiguiendo una fina película. Se consigue formar una burbuja llamada globo mediante una recirculación de aire por el interior del

cabezal de forma anular y una impulsión de aire de enfriamiento por el exterior de la burbuja que si no está bien regulada o centrada da lugar a un mal reparto de los espesores del film.

Cuando la burbuja ya ha pasado de estado amorfo a cristalino por su descenso de temperatura, sigue su ascenso a través de una cesta centrada con la hilera del cabezal hasta llegar a la calandra.

Calandra se llama al dispositivo formado por unos rodillos de tiraje y colapsamiento que están colocados en la parte superior de todo el sistema, después el plástico desciende hasta los bobinadores donde el film es enrollado en frio.

9. LIMITACIONES DE LA PRODUCCIÓN

Este sistema de producción es el más utilizado para la fabricación de films pero también tiene sus limitaciones. Una de ellas y además tiene que ver con el objetivo de este proyecto, es la temperatura ambiente. Ya que se necesita que la burbuja no se encuentre en estado fundido cuando llegue a la altura de la cesta, ya que puede producir una rotura del globo o puede realizar marcas en el film.

Es decir, consiguiendo una disminución de temperatura en los volúmenes inferiores de la nave, además de alcanzar el confort de los trabajadores que es lo que realmente busca este proyecto, también se está consiguiendo un enfriamiento mejor y más veloz de la película. Al conseguir esto, se puede subir de producción la máquina y tirar más kilogramos por hora y también más brillo y transparencia en el plástico.

10. HORARIO DE FUNCIONAMIENTO

La producción en esta nave es continua, sin interrupciones, debido a que un paro en una máquina extrusora supone generar mucho desecho en el posterior arranque. Solamente en

momentos muy concretos ya sea por averías u operaciones de mantenimiento preventivo se ve alterado el funcionamiento de una extrusora.

De modo que se trabaja durante las 24 horas del día y los 365 días del año. Los trabajadores producen en turnos de 8 horas y se relevan sin que ocurran paros o alteraciones en la producción de las máquinas.

11. DEMANDA TÉRMICA Y NECESIDAD DE UN SISTEMA DE CONTROL

Las extrusoras no siempre consumen la misma potencia debido a que no todos los pedidos que fabrican las máquinas son iguales. Cada pedido requiere de una formulación de polietilenos distintos, y éstos necesitan ser fundidos a distintas temperaturas. Además de todo esto, no siempre producen a los mismos kilogramos por hora, en definitiva, la carga térmica aportada por la maquinaria no es siempre la misma.

Entonces se necesita un sistema de control, que permita modificar tanto de forma automática como manual diferentes valores en función de la demanda térmica que en cada momento se precise.

12. CONDICIONES

12.1. CONDICIONES EXTERIORES

Se sigue la norma UNE 100001:2001 que establece las normas termo higrométricas exteriores de proyecto para diferentes localidades de la geografía española. Esta norma es de aplicación para los sistemas de climatización y ventilación destinados al bienestar de las personas.

Los niveles percentiles que se consideran son del 2,5% para las condiciones extremas máximas de verano. Aunque existe una relación de aproximación del (2,5% ≈ 1%). Solamente se tienen en cuenta los datos de verano por ser los más desfavorables para el objetivo de este proyecto.

Se obtienen los datos climáticos del emplazamiento de la nave (Santander “Casco Urbano”) a partir de la tabla 8.1 de los anexos (“Condiciones exteriores del proyecto”). Los datos obtenidos son:

Latitud: 43^0 28’ Norte.

Altitud: 3º 39’ Oeste

Altitud sobre el nivel del mar: 64 m.

Temperaturas seca para el régimen de refrigeración: 24.1^0C

Temperatura húmeda para el régimen de refrigeración: 20,4ºC

Temperatura húmeda coincidente para el régimen de refrigeración: 19,7ºC

Aunque en este proyecto no se aplica el RITE debido a que esta norma no afecta a instalaciones térmicas destinadas a procesos industriales, se seguirán las pautas de ésta para catalogar la calidad del aire exterior. Se recurre a esto ya que la normativa UNE 100001:2001 no específica nada de esto y será de gran ayuda para la elección adecuada de filtración.

La calidad del aire exterior (ODA) se clasifica de acuerdo con los siguientes niveles:

ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo polen).

ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.

ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P)

La calidad del aire exterior de Torrelavega es ODA 1.

12.2 CONDICIONES INTERIORES

Se van a establecer las condiciones termo higrométricas de diseño del interior de la nave de acuerdo con lo establecido en el RD 486/1997, del 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Esta norma recoge en su anexo III, en su punto 3:

"*a) La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 ºC.*

La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 ºC.

b) La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100."

Las condiciones interiores de nuestro proyecto son las siguientes:

Temperatura seca en verano: 25^0C.

Humedad relativa en verano: 50%.

En cuanto a la ventilación de la nave se cumplirá lo dispuesto también en el RD 486/1997 en su anexo 3, en esta ocasión en su siguiente punto:

"d) Sin perjuicio de lo dispuesto en relación a la ventilación de determinados locales en el Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, la renovación mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo."

Se dispone de un sistema de ventilación que aporte el suficiente caudal de aire exterior que evite, en la nave industrial, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes.

Ahora bien, para elegir la clase de filtración óptima se sigue la evaluación de la calidad del aire que sigue el RITE ya que el RD 486/1997 sólo garantiza la correcta renovación de aire. Pero de nuevo se especifica que el RITE no es de aplicación en este proyecto. En función del uso del local, la calidad del aire interior (IDA) que se debe alcanzar es, como mínimo, la siguiente:

IDA 1 (aire de óptima calidad, 20 l/s·pers).

IDA 2 (aire de buena calidad, 12,5 l/s·pers).

IDA 3 (aire de calidad media, 8 l/s·pers).

IDA 4 (aire de calidad baja, 5 l/s·pers).

En este proyecto se debe alcanzar una calidad del aire interior IDA 2, que son 12,5 l/s.pers, o lo que es lo mismo, 45 m^3/h.pers y como la normativa vigente que se aplica exige 50m^3/h.pers, se cumple la calidad del aire necesaria.

Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), se muestran en la siguiente tabla:

Prefiltros / Filtros				
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 2	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 3	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 4	F7 / F9	F6 / F8	F6 / F7	G4 / F6
ODA 5	F6/GF(*) / F9	F6/GF(*) / F9	F6 / F7	G4 / F6

En nuestro proyecto, por lo tanto, se utiliza la clase de filtración F8.

13. COMPOSICIÓN DE LOS CERRAMIENTOS DE LA NAVE

Todos los cerramientos a continuación descritos se consideran exteriores. En el interior de la nave no hay tabiques ni divisiones, todo el local es un único volumen.

Las estructuras que están presentes en el interior de la nave son todas de chapa metálica enrejada, no se consideran cerramientos. Todo el volumen del edificio es diáfano.

Para conseguir que la instalación calculada y los equipos de refrigeración elegidos alcancen el objetivo deseado, es imprescindible conocer las características de los elementos constructivos. Se busca obtener un buen rendimiento del sistema y para ello se calcularán

los coeficientes de transmisión térmica (U) a partir de los espesores de cada elemento o material y su conductividad térmica (λ).

Todo esto se hará siguiendo el DB-HE_1 del CTE.

La composición de las capas de los cerramientos es la siguiente:

Cubierta:

CAPA	ESPESOR (mm)	COND.TERM "λ" (W/m.K)
CHAPA DE ACERO	20	50
RELLENO (PUR) "HFC"	50	0.028
CAM.AIRE "VENTILADA"	30	0.218
CHAPA DE ACERO	20	50

Fachada:

CAPA	ESPESOR (mm)	COND.TERM "λ" (W/mK)
REVESTIMIENTO EXT	30	1.3
BLOQUE HORMIGÓN	150	1.18
CAM.AIRE (VENTILADA)	20	0.218
AISLANTE (EPS)	50	0.039
ENLUCIDO YESO LAMIN	20	0.57

Suelo:

CAPA	ESPESOR (mm)	COND.TERM "λ" (W/mK)
PAVIMENTO	100	1.8
FORJADO HORMIGÓN	300	1.58
AISLANTE (EPS)	100	0.039
HORMIGÓN ARMADO	400	2.5

14. CARGAS TERMICAS

Las cargas térmicas son aquellas que originan una variación en la temperatura y humedad del aire del local a climatizar.

Se pueden clasificar en dos grupos según su incidencia:

- Cargas sensibles: que son las que modifican la temperatura del aire.
- Cargas latentes: que son aquellas que modifican el porcentaje de humedad del mismo.

A su vez, se pueden clasificar según su procedencia, es decir, del exterior del local o si por el contrario se generan dentro de éste.

Dentro de las cargas exteriores distinguimos:

- Cargas por transmisión a través de paredes, techos y suelos: son cargas sensibles, aportan o extraen calor sensible debido a la diferencia de temperaturas entre la cara exterior de paredes y techos y su cara interior.
- Cargas por ventilación e infiltraciones: pueden ser tanto sensibles como latentes ya que estas cargas se deben a la introducción de aire del exterior que se introduce con una temperatura y grado de humedad diferente al interior.

Y las cargas interiores:

- Cargas por ocupación: son las generadas por las personas que trabajan dentro del recinto. Producen un desequilibrio tanto sensible, ya que el cuerpo humano está a una temperatura aproximada de 37ºC, como latente debida al sudor.

- Cargas por iluminación: son de tipo sensible ya que solo modifica la temperatura del local.
- Cargas generadas por los equipos y maquinaria existentes: pueden ser sensibles o latentes dependiendo de la máquina, pero en el caso del presente proyecto, las extrusoras solo generan carga sensible.

Conocer las cargas térmicas que generan el desequilibrio higrotérmico es de vital importancia para poder diseñar y calcular de la manera más óptima la instalación de climatización adecuada. En este proyecto se pretende equilibrar las cargas térmicas existentes de una manera eficaz, estética y económica.

15. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Por un lado, se va a tener en cuenta la época del año más desfavorable, es decir, el verano. Esta estación es la más calurosa y por tanto, cuando más calor se concentra en la nave.

Por otro lado, se ha estimado que del total de la potencia consumida por las extrusoras solo un 9.25% se disipa en calor en lo que se considera el volumen inferior de la nave o zona de trabajo que es la que se pretende climatizar. Las extrusoras son las que realmente generan el problema térmico, siendo las demás cargas térmicas minúsculas en comparación con las anteriores, como se observa en el anexo de cálculos.

A todo el sumatorio de cargas térmicas se le aplica un coeficiente de seguridad del 10% para dar cobertura a posibles averías o pérdidas de rendimiento, así como futuras ampliaciones sin poner en riesgo la continuidad de la producción.

16. SISTEMA ELEGIDO

El sistema de climatización elegido para dar solución al problema planteado sirve para acondicionar los volúmenes inferiores de la nave donde los trabajadores desempeñan sus funciones a diario.

Esto se consigue controlando la temperatura, humedad, limpieza y distribución del aire impulsado al local, de manera que se consiga mantener un ambiente confortable para los trabajadores.

La instalación propuesta consta de una enfriadora compacta aire-agua AIRLAN NRB1800 O BF del fabricante AERMEC que dota de agua fría a dos climatizadoras AIRLAN FMA284 dispuestas en paralelo.

Éstas climatizadoras tratan el aire y lo expulsan a través de una red de conductos de impulsión, cada una de ellas refrigera una parte de la nave a través de una red de conductos independientes.

A continuación se detallan las partes del sistema y el funcionamiento de cada una de ellas.

Descripción de la instalación frigorífica:

Se clasifica la instalación como un sistema de refrigeración por ciclo frigorífico, considerándose la instalación de Nivel 1, al estar constituida por una máquina cuyos circuitos frigoríficos no precisan ser manipulados durante su instalación, estar equipados con refrigerante de alta seguridad L1 y constituir un grupo frigorífico compacto.

Se clasifica al sistema de refrigeración como indirecto, al existir un fluido secundario, el agua, que circula por los intercambiadores de la máquina frigorífica, sin que los fluidos frigoríficos circulen por circuitos exteriores a dicha máquina.

Se clasifica en función de los criterios de Seguridad como Tipo 3 al estar todas las partes de los circuitos de refrigeración en una sala de máquinas específica o al aire libre.

Atendiendo al tipo de local en el que se ubica la máquina, se define éste como:

Categoría D. Locales no abiertos al público y a los que tienen acceso sólo personas autorizadas que estarán familiarizadas con las medidas de seguridad generales del establecimiento (a título meramente de ejemplo se indican los siguientes: centros de

producción, industrias químicas o alimentarías, fábricas de hielo, almacenes frigoríficos o áreas restringidas de supermercados.

Sistemas de refrigeración:

El equipo consta de un grupo refrigerador compacto con fluido frigorífico R410A, de bajo riesgo, que refrigera en modo indirecto al agua que se recircula por los circuitos de refrigeración de las naves de producción. La enfriadora se ubica en el exterior.

- Instalación Nivel 1
- Refrigerante de alta seguridad L1
- Fluido secundario tipo a
- Sistema de refrigeración indirecta tipo 3
- Local Categoría D

El grupo frigorífico cuenta con las siguientes características:

Modelo NRB 1800X O BF

Potencia frigorífica 515,6 kW

Potencia eléctrica absorbida 178,5 kW

EER: 2,89

Refrigerante: 410A

Tipo de compresor: Scroll

Sistema de regulación: On-Off

Carga de refrigerante: 64 kg

Temperatura de entrada de aire: 35ºC

Temperatura de entrada de agua: 12ºC

Temperatura de salida de agua: 7ºC

Caudal de agua: 24,4097 l/s

Presión disponible: 110 kPa

Tipo de ventilador: Axial

Potencia absorbida del ventilador: 9,6 kW

Número de ventiladores: 8

Caudal de aire total: 35,5556 m3/s

Presión sonora: 92 dB(A)

Corriente a plena carga: 384,59 A

Corriente de activación: 653,88 A

Dimensiones: 2.450x2.200x4.760 mm

Peso neto: 4.050 kg

Características de los grupos compresores.

El grupo frigorífico cuenta con 4 compresores tipo scroll, de alta eficiencia, con los siguientes parámetros de diseño y funcionamiento:

- Potencia absorbida compresor 178,5 kW
- Refrigerante R-410A, carga total 64 kg.
- 4 compresores tipo scroll, 2 circuitos frigoríficos, ESEER 4,18

Carga específica de refrigerante en los diferentes locales

La instalación se clasifica como Tipo 3 y el local en que se ubican como categoría D.

Los sistemas de refrigeración de Tipo 3 en locales categoría D, no tendrán restricción en la carga de refrigerante según el epígrafe 3.2.1.4.2 de la IT-IF04.

Al ubicarse la enfriadora al aire libre, no será necesario calcular una concentración máxima de refrigerante.

La enfriadora se encuentra en el exterior de la nave, luego no existe sala de máquinas.

Al ubicarse la enfriadora en el exterior de la nave al aire libre, se dispone de ventilación natural.

La instalación se diseña en su conjunto de 1 enfriadora para dar cobertura a una instalación de refrigeración centralizada, que sirve a las máquinas extrusoras. El total de la demanda frigorífica calculada es de 515 kW, diseñándose la instalación con un factor de seguridad de 10% para dar cobertura a posibles averías o pérdidas de rendimiento, así como futuras ampliaciones, sin poner en peligro la continuidad de la producción.

CLIMATIZADORES

Se trata de dos unidades de tratamiento de aire marca AIRLAN serie FMA construida con perfilería de aluminio y paneles sandwich con 25/50 mm de espesor fijados mediante compresión mecánica por perfil perimetral de aluminio que confiere al cerramiento gran resistencia mecánica, excelente estanqueidad y atractivo diseño, exenta de tornillería

exterior compuesta por chapa exterior lacada en blanco con pintura en PVC de 20 micras de espesor, no decolorable y certificado comportamiento en ambientes agresivos, poliuretano interior de 43 kg/m3 polimerizado en ausencia de CHFCs, galvanizado cincado interior, bandejas de condensados de aluminio, Motor sobredimensionado un 20% sobre el punto de trabajo requerido, tren de ventilación montado sobre soportes anti vibratorios y embocado mediante junta anti vibratoria, bancada propia, puertas abisagradas, manillas de apertura rápida y la siguiente clasificación según la EN1886: Resistencia mecánica: 2A; Fugas de aire a –400 Pa: B; Fugas de aire a –700 Pa: B; Bypass de filtros F9; Transmisividad térmica: T3; Puente térmico: TB3 y la siguiente atenuación acústica del panel por banda de octava: 9/10/11/11/13/30/35

PARTES DE LAS QUE SE COMPONEN LOS CLIMATIZADORES (SOLO FRÍO)

Caja de mezcla: donde se unen el aire primario, es decir, el de ventilación que llega del exterior y el retornado del local. Este aire de retorno ya se encuentra tratado y con cierta energía térmica que conviene aprovechar. La mezcla se produce a través de unos paneles y compuertas motorizadas.

Baterías de filtros: Estos filtros son los encargados de limpiar el aire que se va a impulsar reteniendo partículas y bacterias en suspensión.

Batería de frio: Son intercambiadores que constan de serpentines con aletas de aluminio por los que circula el líquido proveniente de la enfriadora.

Ventilador: este elemento es el encargado de mover el caudal requerido para la climatización del local alcanzando también la presión estática necesaria para vencer las pérdidas de carga del sistema desde el climatizador hasta el difusor o rejilla más desfavorable de la red de impulsión.

17. CENTRALES DE PRODUCCIÓNDE FRÍO

17.1. ENFRIADORA

Para elegir la correcta se ha calculado la carga térmica máxima producida en la nave. Obteniéndose un total de 475.26 KW. De esta potencia, un 73% es carga sensible y el otro 27% carga latente. Se escoge una enfriadora de 515 KW para poder dar suministro en caso de averías o paros por mantenimiento. Los cálculos se desarrollan en los anexos II y III.

17.2. CLIMATIZADORES

Los climatizadores escogidos son de la marca AIRLAN modelo FMA 284, se han elegido siguiendo los resultados obtenidos de los cálculos desarrollados en el anexo II y III. Las especificaciones concretas de las baterías de frio, filtros, ventiladores y ruido se pueden ver en el capítulo de catálogos.

17.3. DEPÓSITO DE INERCIA

El depósito de inercia no es más que un recipiente que sirve para la acumulación de agua del sistema y reduce el número de arranques y paradas de la central enfriadora.

Se coloca en serie con el circuito de agua y abastece cuando la enfriadora está parada.

Se calculará por un lado el volumen total de agua del circuito y por otro lado el volumen del depósito.

Para el volumen total del circuito:

$$Vtotal = \frac{Pfrig\ .\ 3600\ .t}{\Delta T\ .\ \rho\ .\ Cp\ .\ 60}$$

Siendo:

Vtotal: el volumen total del circuito de agua, medido en m^3.

Pfrig: la potencia frigorífica de la enfriadora, medida en KW.

T: tiempo de reacción de los sensores, medido en minutos.

ΔT: incremento de temperatura del agua, medido en ºC.

P: densidad del agua en kg/m^3

Cp: calor especifico del agua, medido en kJ/kg.ºC

Todos los cálculos se desarrollan en el anexo IV.

17.4. VASO DE EXPANSIÓN

Los vasos de expansión para agua fría (AMR), tienen como objetivo absorber el exceso de presión, y proteger por tanto el motor de la bomba de agua que distribuye el agua por toda la instalación. Además consigue un uso eficiente y como elemento de seguridad también evita que la bomba este siempre en funcionamiento.

El cálculo del vaso de expansión se establece en la norma UNE 100155:2004. Aunque en circuitos de agua refrigerada o salmueras tiene menos importancia debido a la menor

variación de temperaturas del fluido y por tanto menor dilatación, en este proyecto se incluirá uno por seguridad.

El volumen total del vaso se calculará mediante la ecuación:

$$V_{VASO} = V \,.\, C_e .\, C_p$$

Donde:

V_{vaso}: es el volumen del vaso, medido en m^3.

V: es el volumen de líquido total del circuito, medido en m^3.

C_e: es el coeficiente de expansión del líquido correspondiente, adimensional.

C_p: es el coeficiente de presión del líquido correspondiente, adimensional.

El cálculo de C_e se obtiene a partir de la temperatura máxima de funcionamiento del sistema siguiendo la siguiente relación.

$$C_e = (3.24 \cdot t^2 + 102.13 \cdot t - 2708.3) \cdot 10^{-6}$$

El cálculo de C_p se obtiene a partir de las presiones máxima y mínima de trabajo, teniendo en cuenta un cierto coeficiente de seguridad para que no existan tantos golpes de ariete en las tuberías del circuito como cavitación en las bombas.

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

Siendo:

P_M: presión máxima del circuito, medido en bares.

P_m: presión mínima en el vaso de expansión, medido en bares.

Los cálculo se detallan en el anexo IV.

17.5. BOMBAS

Este elemento es fundamental en el circuito de agua ya que es el encargado de asegurar el trasiego del fluido a lo largo de la red de tuberías. Imprime energía al líquido para que éste circule con las condiciones para las que ha sido diseñada la instalación.

En este sistema se han colocado dos bombas iguales que parten en paralelo de un colector y abastecen cada una a un climatizador. Esto se ve con más detalle en el capítulo de planos.

Para elegir las bombas óptimas se han calculado las pérdidas de carga de toda la red de agua diseñada y además se ha tenido en cuenta un coeficiente de seguridad del 15%, por tanto teniendo en cuenta estas pérdidas de presión y el caudal que debe mover cada una, se han seleccionado dos bombas del fabricante GRUNDFOS y modelo TP 65-460/2.

Se trata de bombas de una etapa, acoplamiento cerrado y voluta con puertos de aspiración y descarga en línea de idéntico diámetro. El diseño de la bomba incluye un sistema de extracción superior que facilita el desmontaje del cabezal motor (el motor, el cabezal de la bomba y el impulsor) con fines de mantenimiento o reparación sin necesidad de desconectar las tuberías de la carcasa de la bomba. La bomba está equipada con un cierre de fuelle de caucho no equilibrado. El cierre mecánico satisface los requisitos establecidos por la norma EN 12756. La conexión de las tuberías se lleva a cabo por medio de bridas DIN de PN 16 (normas EN 1092-2 e ISO 7005-2). La bomba está equipada con un motor asíncrono refrigerado por ventilador.

El cálculo de las bombas se desarrolla en el anexo IV.

18. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Esta red es la encargada de suministrar el agua a todos los elementos del circuito y que precisan de ella para desempeñar su función. El circuito que se ve con detalle en el anexo de planos. Se compone de una red de tuberías que conectan la enfriadora con los climatizadores.

Aguas debajo de la enfriadora se coloca un sistema de dosificación de productos anticongelantes y anticorrosivos con sus correspondientes depósitos y bombas dosificadoras. También un vaso de expansión para absorber una posible dilatación del fluido en ciertas ocasiones.

Aguas arriba de la enfriadora se coloca el depósito de inercia en serie con un colector, del que parten dos tuberías en paralelo que llegan hasta los dos climatizadores pasando por las dos bombas.

Las dos salidas de los climatizadores se vuelven a unir en una sola tubería que retorna hasta el depósito de inercia.

Las tuberías aguas abajo de la enfriadora son de 6” de diámetro de acero galvanizado y también la tubería de retorno de los climatizadores.

Las tuberías que salen en paralelo del colector y van a morir a los climatizadores son de 4” de diámetro de acero galvanizado.

El circuito está provisto de manómetros en paralelo con las bombas, de termostatos en la entrada y salida de la enfriadora y en la entrada de los climatizadores. Anti vibratorios en las conexiones del depósito de inercia. Se disponen también de válvulas compuerta manuales en todas las entradas y salidas de todos los elementos de la instalación para poder cortar el suministro de agua cuando se realicen trabajos de mantenimiento. Válvulas anti retorno distribuidas a lo largo de toda la red de distribución. Para el llenado de la instalación se instala una acometida desde la red de fontanería de la fábrica y lo mismo para el desagüe de la misma.

Todos los cálculos realizados referidos a las pérdidas de carga por singularidades se han hecho siguiendo las ecuaciones, tablas y valores del DTIE 5.01 para el cálculo de conductos.

19. RED DE DISTRIBUCION DE AIRE

Esta red se encarga de conducir el aire desde los climatizadores hasta las rejillas o difusores finales de los conductos.

El aire se abre paso a través de los conductos, en este caso, serán de sección circular. Estas conducciones irán viendo disminuida su sección a medida que se alejan de los climatizadores y se acercan a los difusores.

Esto ocurre porque la red se ha calculado mediante el método de perdida de carga constante. En cualquier distribución de conductos por los que pasa aire ocurre una pérdida de presión debido al rozamiento del fluido con la cara interna de la tubería, y a los choques con los accesorios y cambios de dirección y sección de los conductos.

El rozamiento depende a su vez de cuatro factores que son:

- Velocidad del fluido.
- Rugosidad del conducto.
- Sección de paso.
- Caudal.

Para los conductos de retorno se utiliza el mismo método de cálculo que para la impulsión. La red de conductos de retorno se colocará a lo largo del pasillo de la nave, entre las dos filas de extrusoras. Es necesario usar una red de conductos de retorno debido a que los climatizadores se encuentran en el primer piso de plataforma a una cota de altura bastante por encima de la zona a climatizar. Por tanto si se cogiese el aire directamente a esa altura, éste se encontraría a bastante más temperatura. De modo que colocando una red de retorno dentro de la cota de nivel climatizada, se puede aprovechar mucho mejor las condiciones del aire y hacer trabajar menos a los equipos.

Los cálculos se encuentran desarrollados en el anexo V y se han obtenido siguiendo las ecuaciones y la manera de proceder que detalla el DTIE 5.01 para el cálculo de conductos.

19.1. DIFUSORES

Estos elementos son los encargados de distribuir el aire que proviene del climatizador a través de los conductos a la nave. Son la parte final de la red de distribución de aire.

Además se encargan de dotar al flujo de aire de la velocidad y presión final.

Para la elección de los difusores se tiene en cuenta el caudal que tienen que impulsar, la perdida de carga que se produce en su interior ya que esto influye también para el dimensionamiento del ventilador. También la velocidad final del aire a la salida para que cumpla con la normativa vigente.

Se colocarán 20 difusores de la marca TROX modelo QSH-450 capaces de mover un caudal de 3384 m^3/h con una perdida de presión de 36 Pa y una potencia sonora de 55 dBA

19.2 REJILLAS

Las rejillas cumplen el mismo acometido que los difusores en este proyecto. Los difusores se emplearán como elementos terminales en los conductos y las rejillas se colocaran en un conducto recto que por motivos de espacio en planta serán dispuestas acopladas a él a lo largo de su longitud.

Han sido también elegidas en función del caudal que deben expulsar y de sus dimensiones, además de la perdida de carga que producen en la conducción.

Se han elegido 6 rejillas de la marca KOOLAIR modelo 20-SH-O para un caudal de 3360 m^3/h una pérdida de presión de 36 Pa una potencia sonora de 40 dBA y tiene unas medidas de 1000 x 300 mm.

Para la red de conductos de retorno se eligen rejillas de la marca KOOLAIR modelo 22.5-O reticuladas. Serán un total 44 rejillas dispuestas a lo largo de dos conductos rectos y paralelos que contaran con 22 rejillas cada uno. Estarán separadas una distancia de 2.5 metros, tendrán unas medidas de 1000 x 350 mm con una perdida de carga de 7.2 Pa.

19.2 VENTILADORES

Se colocará un ventilador en cada climatizador modelo ER90C-6DN.K7. Se trata de un ventilador centrífugo por el que entra el aire en dirección axial y sale en dirección radial. Aportar un total de 760 Pa a 920 rpm aportando un caudal de 53.000 m^3/h.

20. TRATAMIENTO DEL AGUA

El agua se utiliza como un fluido para enfriamiento en cantidad de situaciones, son muchos factores los que le convierten en un excelente refrigerante, algunos de ellos son:

- Es abundante.
- Es de fácil manejo.
- No es costosa económicamente.
- Puede transportar grandes cantidades de calor por unidad de volumen.
- No tiene un coeficiente alto de expansión, dentro de los rangos de temperatura normalmente usados.
- No se descompone.

Se pueden usar como fuentes de agua de enfriamiento:

Agua fresca: Es la fuente principal de agua de reposición para los sistemas de agua de enfriamiento.

El agua fresca puede ser:

- Agua superficial (ríos, arroyos, reservorios).
- Agua subterránea (agua de pozos poco profundos o profundos.

Agua de mar y aguas residuales: Debido a las consideraciones ambientales, al costo del agua y al agua utilizable, algunas plantas usan agua de mar y aguas residuales, tratadas en plantas de efluentes, como fuentes de agua de enfriamiento.

Propiedades químicas más importantes del agua de enfriamiento:

Conductividad: Es una medida de la facultad (habilidad) para conducir la electricidad. En agua de enfriamiento, la conductividad indica la cantidad de minerales y gases disueltos en el agua. La conductividad es medida en micromhos y puede variar de muy pocas unidades para agua destilada, a más de 10,000 para el agua salada.

PH: Da una indicación de acidez o basicidad del agua. La escala del pH va del O al 14, donde el cero representa la máxima acidez y el 14 la máxima basicidad.

Alcalinidad: En el agua de enfriamiento dos formas de alcalinidad juegan un rol clave, ellas son la alcalinidad de carbonatos (C03=) y la alcalinidad de bicarbonatos (HC03-)

Dureza: Se refiere a la cantidad de minerales de calcio y magnesio presentes en el agua. La dureza en agua natural puede variar de unas pocas partes por millón (ppm) a por encima de 800 ppm.

Principales problemas del agua de enfriamiento

Las principales propiedades químicas del agua de enfriamiento antes descritas, tienen un impacto directo en los principales problemas de los sistemas de agua de enfriamiento.

Estos problemas son los siguientes:

- Corrosión.
- Incrustaciones.
- Ensuciamiento.
- Contaminación microbiológica.

Un control de las propiedades químicas del agua es de vital importancia para poder mantener en el tiempo un correcto funcionamiento del sistema.

A continuación se detalla cómo cada propiedad puede afectar al óptimo desmpeño del sistema de enfriamiento.

Conductividad: Los programas de tratamiento del agua de enfriamiento funcionarán dentro de rangos específicos de conductividad; el rango dependerá del diseño del agua de enfriamiento particular, de las características y del tipo del programa químico.

PH: El control de pH es crítico para la mayoría de los programas de tratamiento de agua de enfriamiento. En general, cuando el pH esta debajo de los rangos recomendados la probabilidad de corrosión se incrementa y cuando el pH está por encima de los rangos recomendados, la probabilidad de formación de incrustaciones se incrementa. La efectividad de muchos biocidas también depende del pH; en consecuencia pHs altos o bajos pueden permitir el crecimiento y desarrollo de problemas microbiológicos.

Alcalinidad: La alcalinidad y el pH están relacionados, ya que un incremento en el pH indica un incremento de la alcalinidad y viceversa. Así como el pH, alcalinidad debajo del rango recomendado incrementa la probabilidad de corrosión; rangos por encima de lo recomendado incrementa la probabilidad de formación de incrustaciones. Cuando existen problemas de corrosión e incrustaciones, el ensuciamiento también será un problema.

Dureza: Los niveles de dureza están usualmente asociados con la tendencia del agua de enfriamiento a formar o no incrustaciones. Los programas químicos para prevenir incrustaciones pueden funcionar solamente cuando los niveles de dureza están dentro del rango especificado. Algunos programas de control de corrosión requieren de un cierto nivel de dureza para funcionar correctamente como inhibidor de corrosión, por lo cual es importante asegurar que el nivel de dureza no este debajo en aquellos programas.

Tipos de sistemas de agua de enfriamiento más comunes atendiendo a su diseño:

- Sistemas de un solo paso.
- Sistemas de recirculación abiertos.
- Sistemas de recirculación cerrados.

En este proyecto, se tiene un sistema de recirculación cerrado, por tanto, será detallado a continuación.

Sistemas de recirculación cerrados: Usa la misma agua de enfriamiento repetidamente en un ciclo continúo. Primero, el agua absorbe calor del fluido del proceso y luego lo libera en otro intercambiador de calor. En estos sistemas no se incluye una torre de enfriamiento evaporativa, pero si usan un tratamiento químico.

Si no se tratan los sistemas de agua de enfriamiento, proporcionan un ambiente donde existirán los problemas principales del agua de enfriamiento, enumeradas con anterioridad. Ahora se desarrollan cada una de ellas en que consisten:

Corrosión: El agua tiende a convertir los metales a su estado oxidado.

Incrustación: Las impurezas del agua, tales como dureza de calcio y magnesio pueden precipitar y depositarse, dependiendo de sus concentraciones y de la temperatura del agua, pH, alcalinidad y otras características del agua.

Contaminación Microbiológica: Los sistemas de agua de enfriamiento ofrecen un ambiente favorable para el crecimiento de microorganismos, los cuales causan problemas.

Ensuciamiento: Los sólidos suspendidos, tanto de las fuentes externas como internas, pueden causar depósitos.

Por otro lado, si estos problemas no son controlados, pueden causar:

- Incremento de los costos de mantenimiento.
- Reducción de la eficiencia de transferencia de calor y grandes pérdidas de energía.
- Posible producción de paradas de planta.

20.1 CORROSIÓN

La corrosión es un proceso electroquímico por el cual los metales procesados, cómo el acero, cobre y zinc retornan a su estado natural, cómo compuestos químicos o minerales.

La corrosión causa fallas prematuras en los metales y los productos de la corrosión se depositan en el sistema y disminuyen tanto la transferencia de calor cómo el flujo de agua de enfriamiento.

Los niveles de corrosión se expresan cómo pérdida de metal en mils/año (mpa): un mils es igual a 0.001 pulgadas (0.0025 cm).En un sistema de agua de enfriamiento una pérdida aceptable, por corrosión, puede ser de 10-15 mpa.

Para que ocurra corrosión debe existir una celda de corrosión, consistente en un cátodo, un ánodo y un electrolito. Los iones metálicos disueltos en el electrolito (agua) son el ánodo. Las partículas disueltas, cargadas eléctricamente (electrones), fluyen a través del metal a otros puntos (cátodos) donde ocurren reacciones de consumo de electrones. Los resultados de esta actividad es la pérdida de metal y a menudo la formación de un depósito.

Existen muchos tipos diferentes de corrosión, pero estos pueden ser caracterizados a menudo como: ataque general, ataque localizada o picadura: ataque galvánico y tuberculación.

Ataque general: Existe cuando la pérdida de material esta distribuida uniformemente a lo largo de la superficie del metal. Las considerables cantidades de óxido de hierro producido por el ataque generalizado contribuyen, además, a problemas de ensuciamiento.

Ataque localizado o picadura: Existe cuando solamente pequeñas áreas del metal se corroen. La picadura es la forma más seria de corrosión debido a que la acción está concentrada en un área pequeña y puede perforar el metal en corto tiempo.

Ataque galvánico: Puede ocurrir cuando dos metales diferentes están en contacto. El metal más activo se corroe rápidamente. Ejemplos comunes en los sistemas de agua son: acero inoxidable y latón, aluminio y acero, zinc y acero, y zinc y latón. Si ocurre ataque galvánico, el metal nombrado en primer término (en cada par de materiales) es el que se corroerá.

Tuberculación: es el resultado de varias circunstancias que originan procesos de corrosión y producen nódulos sobre la superficie metálica. Los nódulos son montículos compuestos por varias formas de óxidos y productos de corrosión laminar. Los nódulos se presentan en sistemas con tratamiento inapropiado y pueden desprenderse alojándose en lugares críticos.

Las características del agua, más importantes, que influyen en la corrosión, son:

- Oxígeno y otros gases disueltos:

El oxígeno disuelto en el agua es esencial para que la reacción catódica tenga lugar y se produzcan los óxidos de los metales. En presencia de agua y oxígeno, la naturaleza ataca incansablemente a los metales convirtiendo los metales en óxidos.

- Sólidos suspendidos y sólidos disueltos:

Los sólidos suspendidos pueden influenciar la corrosión por acción erosiva o abrasiva, y pueden asentarse en la superficie del metal y producir celdas de corrosión localizada.

Los sólidos disueltos pueden afectar la reacción de corrosión por incremento de la conductividad eléctrica del agua. A más altas concentraciones de sólidos disueltos la conductividad es más alta y la probabilidad de corrosión es mayor. Los cloruros y sulfatos disueltos son particularmente corrosivos.

- Basicidad o acidez (pH):

El agua con acidez o ligera basicidad puede disolver los metales y la película de óxido que protege la superficie del metal. Mayor basicidad en el agua favorece la formación de una capa protectora de óxido.

- Velocidad:

Altas velocidades del agua pueden incrementar la corrosión por transporte de oxígeno al metal y por sacar los productos de corrosión a un rate más rápido. Las altas velocidades también pueden causar erosión de la superficie metálica de las películas protectoras y óxidos. Cuando la velocidad del agua es baja los depósitos de los sólidos suspendidos pueden establecer celdas de corrosión localizada, con lo cual se incrementa el rate de corrosión.

- Temperatura:

Debajo de 71 °C, cada 5 – 10 °C de incremento en la temperatura causa el doble rate de corrosión; sobre los 71°C los incrementos de temperaturas adicionales tienen efectos relativamente pequeños en los rates de corrosión en los sistemas de agua de enfriamiento.

- Actividad microbiológica:

El crecimiento microbiológico promueve la formación de celdas de corrosión. Además, los subproductos de algunos organismos, tales como el ácido sulfhídrico de las bacterias anaerobias, son corrosivos.

Métodos usados para el control de la corrosión:

La corrosión puede ser controlada, dentro de niveles tolerables, mediante un tratamiento efectivo del sistema:

- Cuando se diseña un nuevo sistema se deben escoger materiales resistentes a la corrosión, para minimizar el efecto de un medio agresivo.

- Ajustar el pH

- Aplicar recubrimientos protectores tales como pinturas, revestimientos metálicos, brea o plásticos.

- Protección catódica usando metales de sacrificio.

- Añadir inhibidores químicos, formadores de películas protectoras, que el agua puede distribuir a través de todas las partes humedecidas del sistema.

20.2. INCRUSTACIONES

Las incrustaciones son un recubrimiento denso de material predominante inorgánico, formado por la precipitación química inducida de constituyentes soluble en el agua, que se vuelven insolubles por aumento de la temperatura, lo cual causa un exceso en el producto de solubilidad de algún constituyente del sistema. Las incrustaciones interfieren con la transferencia de calor y disminuyen el flujo de agua de enfriamiento.

Las incrustaciones más comunes están formadas por:

- Carbonato de calcio
- Fosfato de calcio
- Sales de magnesio
- Sílice

Factores que determinan la formación de incrustaciones:

- Temperatura:

Cuando alguno de esos factores cambia, la tendencia incrustante también cambia. La mayoría de sales llegan a ser más solubles cuando se incrementa la temperatura. Sin embargo, algunas sales como el carbonato de calcio se hacen menos solubles cuando se incrementa la temperatura. Por eso, el carbonato de calcio causa depósitos a altas temperaturas.

- Basicidad o acidez (pH):

Un cambio en el pH afecta grandemente la formación de incrustaciones. Por ejemplo, cuando el pH se incrementa el carbonato de calcio (el más común de los constituyentes de incrustaciones en los sistemas de enfriamiento) decrece en solubilidad y se deposita. Algunos materiales tales como la sílice (Si02) son menos solubles a pHs bajos.

- Influencia de otros materiales disueltos, los cuáles pueden o no ser formadores de incrustaciones:

Cuando la cantidad de material disuelto en agua y formadores de incrustaciones excede el punto de saturación, puede resultar en incrustaciones. Además otros sólidos disueltos pueden influenciar la tendencia formadora de incrustaciones.

En general, altos niveles de sólidos disueltos formadores de incrustaciones presentan las más altas probabilidades de formación de incrustaciones.

Las formas básicas de controlar las incrustaciones, son:

- Limitar la concentración de minerales formadores de incrustaciones, por control de los ciclos de concentración o por remoción de los minerales antes que estos entren al sistema. Los ciclos de concentración es la relación entre el contenido de un ión en el agua de purga y su contenido en el agua de reposición.

- Interferir a los iones potencialmente incrustadores. Se adiciona un ácido para mantener disueltos los minerales formadores de incrustaciones, tales como el carbonato de calcio y prevenir el crecimiento de cristales. La adición de ácido sulfúrico transforma los bicarbonatos en sulfatos, previniendo la precipitación como carbonato de calcio.

- Hacer cambios mecánicos en el sistema para reducir la probabilidad de formación de incrustaciones. El incremento del flujo de agua en intercambiadores con grandes áreas superficiales es un ejemplo de esto.

- Tratamiento con productos químicos diseñados para prevenir las incrustaciones.

Los tratamientos con inhibidores químicos de incrustaciones más usados, son:

- Los acondicionadores de incrustaciones:

Modifican la estructura del cristal de las incrustaciones, creando un lodo pesado y transportable en vez de un cristal duro, que puede continuar creciendo. Entre los acondicionadores de incrustaciones tenemos: Ligninas, taninos, compuestos poliméricos.

- Los inhibidores químicos de tratamiento umbral:

Previenen la formación de incrustaciones, manteniendo en solución los minerales formadores de incrustaciones y no permitiendo que se formen depósitos. Entre los inhibidores químicos de tratamiento umbral tenemos: Fosfatos orgánicos, polifosfatos, compuestos poliméricos.

Al igual que en la corrosión, el control del programa químico y del sistema de agua de enfriamiento permite asegurar que la formación de incrustaciones no llegue a ser un problema.

20.3. ENSUCIAMIENTO

Ensuciamiento es la acumulación de materiales sólidos, diferentes de las incrustaciones, que se producen debido al depósito de partículas que se fijan en algún punto del sistema, donde la velocidad del agua de enfriamiento disminuye a un nivel tan bajo, que no es capaz de arrastrar el material en el flujo. Estos depósitos impiden la operación del equipo de planta o contribuyen a su deterioro.

Ejemplos de los materiales más comunes, que producen ensuciamiento son:

- Polvo y cieno
- Arena
- Productos de corrosión
- Productos orgánicos naturales
- Masas microbiológicas
- Fosfatos de aluminio
- Fosfatos de hierro

Factores que influyen en el ensuciamiento en un sistema de agua de enfriamiento:

Características del agua:

El agua destilada no ensucia. Sin embargo la mayoría de aguas contienen materiales suspendidos y disueltos que pueden causar un problema significativo de ensuciamiento bajo ciertas condiciones.

Los materiales afectan en mayor grado cuando es mayor el tamaño de las partículas y la cantidad de partículas.

- Temperatura:

El incremento de temperatura incrementa la tendencia al ensuciamiento, debido a que las superficies que transfieren calor están más calientes que el agua de enfriamiento y aceleran el ensuciamiento.

- Velocidad del flujo de agua:

A bajas velocidades del flujo de agua (un pie por segundo o menos) ocurre ensuciamiento debido al asentamiento natural del material en suspensión. A velocidades del flujo de agua

más altas (dos pies por segundo) puede ocurrir ensuciamiento, pero usualmente es menos severo. A tres pies por segundo o más se puede evitar que se depositen los sólidos suspendidos.

- Crecimiento microbiológico:

Los microorganismos pueden formar depósitos en cualquier superficie. Además las bacterias corrosivas o depositadoras de hierro causan o utilizan productos de corrosión los cuales subsecuentemente se depositan como ensuciantes voluminosos. Todas las colonias microbiológicas actúan como un lugar colector de polvo y cieno, causando un depósito de ensuciantes diversos.

Control del ensuciamiento:

El ensuciamiento puede ser controlado mecánicamente o por el uso de tratamientos químicos. El mejor método depende del tipo de ensuciamiento. El control del ensuciamiento en un sistema de enfriamiento involucra tres tácticas principales:

Prevención:

Es todo lo que se pueda hacer para prevenir que los materiales que producen ensuciamiento entren al sistema de enfriamiento; esto puede requerir cambios mecánicos o adición de productos químicos para clarificar el agua de reposición.

Reducción:

Se tiende a remover o reducir el volumen de los materiales que producen ensuciamiento, que inevitablemente entran al sistema de enfriamiento. Esto puede involucrar filtraci6n del flujo o limpieza periódica del estanque de la torre de enfriamiento.

Control de la operación:

Es una acción regular para minimizar los depósitos de los materiales que producen ensuciamiento en el sistema. Esto puede incluir la adición de dispersantes químicos y agitación por aire o retro lavado de los intercambiadores.

Inhibidores químicos de ensuciamiento:

Los inhibidores químicos de ensuciamiento trabajan mediante los dispersantes y los agentes humectantes para mantener los materiales que producen ensuciamiento en suspensión, previniendo que ellos se asienten en las superficies metálicas o ayudando a remover los depósitos de ensuciamiento que ya se han formado.

Los dispersantes, por refuerzo de cargas, causan que los materiales que producen ensuciamiento se repelan unos a otros por incremento de las cargas eléctricas iguales que acarrean.

Los agentes humectantes hacen al agua más penetrante (reducen la tensión superficial), inhiben la formación de nuevos depósitos y posibilitan la remoción de los depósitos existentes. Esta acción mantiene las partículas, en la masa del flujo de agua y donde pueden ser más fácilmente removidas del sistema ya sea a través de las purgas o de filtración.

Efecto de la corrosión en el ensuciamiento:

La corrosión puede formar productos de corrosión insolubles que migran y se mezclan con desechos contaminantes del proceso o masas microbiológicas para agravar el ensuciamiento.

20.4. CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA

Contaminación microbiológica es el crecimiento incontrolado de microorganismos, que puede conducir a la formación de depósitos, los cuales contribuyen al ensuciamiento, a la corrosión y a la formación de incrustaciones.

El limo microbiológico es una masa de organismos microscópicos y productos residuales que se forman sobre las tuberías y que interfieren con la transferencia eficiente de calor. Aquellos limos son usualmente caracterizados por su contextura viscosa y pueden ser animales o vegetales.

Algunos organismos no crean depósitos de limo y no promueven la corrosión del metal. La presencia de gran número de aquellos organismos no perjudiciales sin embargo indica que hay condiciones ideales para el crecimiento de organismos perjudiciales.

Tanto las fuentes de agua de reposición, viento e insectos pueden acarrear microorganismos dentro del sistema de agua de enfriamiento.

Factores que contribuyen al crecimiento microbiológico.

Los factores más importantes que contribuyen al crecimiento microbiológico, son los siguientes:

- Nutrientes:

Por ejemplo, los hidrocarburos u otra fuente de carbón pueden servir como nutrientes para los organismos formadores de limo.

- Atmósfera:

El crecimiento de los microorganismos depende de la disponibilidad de oxígeno y/o dióxido de carbono (CO_2).

- Localización:

Factores tales como la cantidad de luz y humedad afectan significativamente el rate de crecimiento microbiológico.

- Temperatura:

Los organismos que producen limo tienden a prosperar entre 4 y 66°C.

El limo puede causar o acelerar el rate de formación de incrustaciones. El limo puede causar que el tratamiento químico para incrustaciones sea inefectivo. Cuando se forman depósitos se reduce la transferencia de calor. Esto causa posibles paradas y altos costos de energía.

Tratamientos microbiológicos:

Los tratamientos microbiológicos son seleccionados por análisis de muestras representativas de agua y limo, para determinar los tipos de organismos presentes. Se

escogen los biocidas específicos más tóxicos a los organismos predominantes y los tratamientos pueden ser variados si cambia algún factor importante.

Se usan tres clases generales de tratamientos microbiológicos:

- Biocidas oxidantes:

Los productos químicos denominados biocidas oxidantes literalmente "queman" cualquier microbio que entre en contacto directo con ellos. Los biocidas oxidantes más comunes son: cloro, dióxido de cloro, bromo, ozono y compuestos órgano clorados de liberación lenta.

- Biocidas no oxidantes:

Son compuestos orgánicos utilizados para matar microorganismos. Ellos son efectivos en sistemas de enfriamiento donde el cloro puede no ser adecuado.

- Biodispersantes:

Son productos químicos que no matan organismos: ellos remueven los depósitos microbiológicos, los cuales luego son sacados del sistema. Ellos también exponen nuevas capas de limo microbiológico o algas al ataque de los biocidas oxidantes. Los biodispersantes son una medida preventiva efectiva debido a que ellos hacen difícil que los microorganismos ataquen la superficie del metal para formar depósitos.

21. FUENTES DE ENERGÍA EMPLEADAS

En este proyecto la única fuente de energía empleada es la electricidad para dar soporte a todos los elementos de la instalación, es decir, enfriadora, climatizadores, bombas etc.

22. ESTRUCTURA PORTANTE DE LA ENFRIADORA

Se diseña y calcula una estructura para soportar en altura la enfriadora de la instalación. La zona en la que va a ser ubicada en el exterior requiere que esté en alto debido a la falta de espacio que impediría acometer con seguridad y comodidad ciertas maniobras de mantenimiento. Esta estructura se calcula en base al DBSE-A del CTE texto modificado por RD 1371/2007, estos cálculos se realizan mediante el software CYPECAD 2012.

El material utilizado en todas las barras es acero laminado de la serie S275 y perfiles IPE. Todas las barras están empotradas.

En el anexo de cálculos se detallan todas las operaciones y en el apartado de Planos se aprecia una vista isométrica de la estructura.

23. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación consta de un cuadro general de distribución, con una protección general y protecciones en los circuitos derivados.

Su composición queda reflejada en el esquema unifilar correspondiente, en el documento de planos contando, al menos, con los siguientes dispositivos de protección:

- Un interruptor automático magnetotérmico general y para la protección contra sobreintensidades.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.

23.1 POTENCIA TOTAL PREVISTA

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
E-1	223.00
Potencia total demandada	223.00

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (kW)	Número	P. Instalada (kW)	P. Demandada (kW)
Motores	-	-	-	-	-
Alumbrado de descarga	-	-	-	-	-
Alumbrado	-	-	-	-	-
Otros usos	Enfriadora varios Control	178.000 11.000 1.000	1 4 1	223.00	223.00

23.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

23.2.1. ORIGEN DE LA INSTALACIÓN

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 12 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 5 G 240

23.2.2. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Esquema eléctrico	T	223.00	0.83	20.0	M-G Compact NS630N - STR23SE In: 630 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 10 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)
					RZ1 0.6/1 kV Pirelli Afumex 1000V Cobre 3 x 240 mm² N: Pirelli Afumex 1000V Cobre 240 mm² P: Pirelli Afumex 1000V Cobre 240 mm²
Enfriadora	T	178.00	0.87	20.0	M-G Compact NS400N - STR23SE In: 400 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 10 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) M-G Vigirex RH10E Toro A In: 10000 A; Un: 415 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV Pirelli Afumex 1000V Cobre 3 x 120 mm² N: Pirelli Afumex 1000V Cobre 120 mm² P: Pirelli Afumex 1000V Cobre 120 mm²

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Bomba 1	T	11.00	0.69	20.0	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV Pirelli Afumex 1000V Cobre 3 x 4 mm²
Bomba 2	T	11.00	0.69	20.0	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV Pirelli Afumex 1000V Cobre 3 x 4 mm²
Ventilador 1	T	11.00	0.69	20.0	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV Pirelli Afumex 1000V Cobre 3 x 4 mm²
Ventilador 2	T	11.00	0.69	20.0	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3
					RZ1 0.6/1 kV Pirelli Afumex 1000V Cobre 3 x 4 mm²
Sistema de control	M	1.00	0.95	20.0	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV Pirelli Afumex 1000V Cobre 2 x 2.5 mm² P: Pirelli Afumex 1000V Cobre 2.5 mm²

Canalizaciones:

Esquemas	Tipo de instalación
Esquema eléctrico	Temperatura: 40 °C Caso F- En contacto mutuo a 1Ø de la pared, en bandeja perforada
Enfriadora	Temperatura: 40 °C Caso F- En contacto mutuo a 1Ø de la pared, en bandeja perforada
Bomba 1	Temperatura: 40 °C Caso E- Separados 0.3Ø de la pared, en bandeja perforada
Bomba 2	Temperatura: 40 °C Caso E- Separados 0.3Ø de la pared, en bandeja perforada
Ventilador 1	Temperatura: 40 °C Caso E- Separados 0.3Ø de la pared, en bandeja perforada
Ventilador 2	Temperatura: 40 °C Caso E- Separados 0.3Ø de la pared, en bandeja perforada
Sistema de control	Temperatura: 40 °C Caso F- En contacto mutuo a 1Ø de la pared, en bandeja perforada

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

23.3. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la reglamentación vigente, concretamente lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma las tomas de tierra y los conductores de protección.

Tipo de electrodo	Geometría	Resistividad del terreno
Conductor enterrado horizontal	l = 20 m	50 Ohm·m

El conductor enterrado horizontal puede ser:

- cable de cobre desnudo de 35 mm2 de sección,
- pletina de cobre de 35 mm2 de sección y 2 mm de espesor,
- pletina de acero dulce galvanizado de 100 mm2 de sección y 3 mm de espesor,
- cable de acero galvanizado de 95 mm2 de sección,
- alambre de acero de 20 mm2 de sección, cubierto con una capa de cobre de 6 mm2 como mínimo.

Conductores de protección:

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

23.4. FÓRMULAS UTILIZADAS

23.4.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot cos\varphi}$$

Intensidad nominal en servicio trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_i \cdot cos\varphi}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- In: Intensidad nominal del circuito en A.
- P: Potencia en W.
- Uf: Tensión simple en V.
- Ul: Tensión compuesta en V.
- Cos φ: Factor de potencia.

23.4.2. CAIDA DE TENSIÓN

Tipo de instalación: Instalación general.

Tipo de esquema: Desde acometida.

La caída de tensión no superará el siguiente valor:

- Derivación individual: 1,5%

En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de circuitos, siendo admisible la compensación de caída de tensión junto con las correspondientes derivaciones individuales, de manera que conjuntamente no se supere un porcentaje del 4,5% de la tensión nominal para los circuitos de alumbrado y del 6,5% para el resto de circuitos.

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

1. C.d.t. en servicio monofásico

Despreciando el término de reactancia, dado el elevado valor de R/X, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot cos\varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

2. C.d.t en servicio trifásico

Despreciando también en este caso el término de reactancia, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot R \cdot I_n \cdot cos\varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Los valores conocidos de resistencia de los conductores están referidos a una temperatura de 20°C.

Los conductores empleados serán de cobre o aluminio, siendo los coeficientes de variación con la temperatura y las resistividades a 20°C los siguientes:

- Cobre

- Aluminio

23.4.3. CRITERIOS DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS CONDUCTORES

Se establecen tres criterios para la corrección de la resistencia de los conductores y por tanto del cálculo de la caída de tensión, en función de la temperatura a considerar.

Los tres criterios son los siguientes:

1. Considerando la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

En este caso, para calcular la resistencia real del cable se considerará la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

Se aplicará la fórmula siguiente:

$$R_{TMAX} = R_{20ºC} \cdot [1 + \alpha \cdot (T_{MAX} - 20)]$$

La temperatura 'Tmax' depende de los materiales aislantes y corresponderá con un valor de 90°C para conductores con aislamiento XLPE y EPR y de 70°C para conductores de PVC según tabla 2 de la ITC BT-07 (Reglamento electrotécnico de baja tensión).

2. Considerando la temperatura máxima prevista de servicio del cable.

Para calcular la temperatura máxima prevista de servicio se considerará que su incremento de temperatura (T) respecto a la temperatura ambiente To (25 °C para cables enterrados y 40°C para cables al aire) es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad, por lo que:

$$T = T_o + \left[(T_{MAX} - T_o) \cdot \left(\frac{I_n}{I_z} \right)^2 \right]$$

En este caso la resistencia corregida a la temperatura máxima prevista de servicio será:

3. Considerando la temperatura ambiente según el tipo de instalación.

En este caso, para calcular la resistencia del cable se considerará la temperatura ambiente To, que corresponderá con 25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire, de acuerdo con la fórmula:

En las tablas de resultados de cálculo se especifica el criterio empleado para las diferentes líneas.

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- In: Intensidad nominal del circuito en A
- Iz: Intensidad admisible del cable en A.
- P: Potencia en W
- Cos φ: Factor de potencia
- S: Sección en mm2
- L: Longitud en m
- ρ: Resistividad del conductor en ohm·mm²/m
- α: Coeficiente de variación con la temperatura

23.4.4. INSTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_i}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- Ul: Tensión compuesta en V
- Uf: Tensión simple en V
- Zt: Impedancia total en el punto de cortocircuito en mohm
- Icc: Intensidad de cortocircuito en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{{R_t}^2 + {X_t}^2}$$

Siendo:

- Rt = R1 + R2 + ... + Rn: Resistencia total en el punto de cortocircuito.
- Xt = X1 + X2 + ... + Xn: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 \cdot t \leq C \cdot \Delta T \cdot S^2$$

Para 0,01 <= 0,1 s, y donde:

- I: Intensidad permanente de cortocircuito en A.
- t: Tiempo de desconexión en s.
- C: Constante que depende del tipo de material.
- incrementoT: Sobretemperatura máxima del cable en °C.
- S: Sección en mm2

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 seg.

24. NORMATIVA

Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

- Real Decreto 843/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción al fuego y de resistencia frente al fuego.
- Ordenanzas municipales y de la Comunidad Autónoma.
- Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueba el
- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (B.O.E.

  8 de marzo), e instrucciones técnicas complementarias (8 de septiembre de 2011).
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias (B.O.E. de 5 de febrero de 2009).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (B.O.E. de 23 de Abril de 1997).
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera (B.O.E. de 16 noviembre), el 17 de noviembre de 2007.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normativa UNE de aplicación.
- Normas tecnológicas de la edificación

25. PRESUPUESTO GENERAL

El conjunto de trabajos expuestos en este proyecto, es decir, el estudio previo del proyectista, las instalaciones con su correspondiente montaje y calibrado, además de la puesta en marcha, asciende a una cuantía de 386.823,95 € (trescientos ochenta y seis mil ochocientos veintitrés euros con noventa y cinco céntimos).

2. ANEXOS

2.1. ANEXO I

CÁLCULOS

DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA

DE LOS

CERRAMIENTOS

ÍNDICE

1. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE LOS CERRAMIENTOS "U" 2

Anexo I

En este anexo se calcularán los coeficientes de transmisión de los cerramientos de la nave a climatizar, es decir, de la cubierta, fachadas y suelo.

El método de cálculo que se establece se detalla a continuación.

1. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE LOS CERRAMIENTOS "U".

La transmitancia térmica es la medida de calor que fluye por unidad de tiempo y superficie transferido a través de un sistema constructivo formado por una o más caras plano paralelas, cuando hay un gradiente térmico de 1ºC de temperatura entre los dos ambientes que este separa.

Se puede expresar con la siguiente igualdad.

El coeficiente *U* viene dado por su expresión;

$$U = \frac{1}{R_t}$$

Donde;

R_t es la resistencia térmica total del cerramiento, medida en (m^2K/W).

Este valor se deduce de la siguiente ecuación;

$$R_t = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$$

Donde;

R_{si} es la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior. (Tabla 8.2)

R_{se} es la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior. (Tabla 8.2).

R_i son las resistencias térmicas de cada capa del cerramiento, cuya expresión es la siguiente;

$$R_i = \frac{e}{\lambda}$$

Donde;

e es el espesor de cada capa, medido en (m).

λ es la conductividad térmica propia de cada material que compone el cerramiento, medido en (W/mK).

La conductividad térmica es una propiedad de los materiales que valora la capacidad de transmitir calor a través de ellos.

Una vez se tiene calculado el valor "U" y sabiendo el área de intercambio y el gradiente de temperaturas entre ambos ambientes, se puede calcular el calor intercambiado según la siguiente expresión:

$$Q = U.A.\Delta T$$

FACHADAS EXTERIORES	ESPESOR (mm)	CONDUCTIVIDAD TERMICA "λ" (W/m.K)	RESIST TERMICA "R"(m^2.K/W)	COEF DE TRANSM TERMICA "U" (W/m^2.K)
R_{se}	-	-	0.04	
REVESTIMIENTO EXTERIOR	21.5	1.3	0.0165	
BLOQUE DE HORMIGON	150	1.18	0.127	
CAMARA DE AIRE	30	0.218	0.137	
AISLANTE	50	0.039	1.28	
YESO LAMINADO	15	0.57	0.026	
R_{si}	-	-	0.13	
TOTAL			1.905	**0.5249**

Anexo I

CUBIERTA	ESPESOR (mm)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W/m.K)	RESIST TERMICA "R"(m^2.K/W)	COEF DE TRANSM TERMICA "U" (W/m^2.K)
R_{se}	-	-	0.04	
CHAPA DE ACERO	10	50	0.002	
ESPUMA (PUR)	50	0.028	1.785	
CAMARA DE AIRE	30	0.218	0.137	
CHAPA DE ACERO	10	50	0.002	
R_{si}	-	-	0.1	
TOTAL			2.06	**0.485**

SUELO	ESPESOR (mm)	CONDUCTIVIDAD TERMICA (W/m.K)	RESIST TERMICA "R"(m^2.K/W)	COEF DE TRANSM TERMICA "U" (W/m^2.K)
R_{se}	-	-	0.04	
PAVIMENTO	100	1.8	0.055	
EPS	50	0.039	1.28	
FORJADO	60	1.58	0.038	
HORMIGON	50	2.5	0.02	
R_{si}	-	-	0.17	
TOTAL			1.6	**0.625**

2.2. ANEXO II

CÁLCULOS

DE LAS

CARGAS TÉRMICAS

ÍNDICE

1. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN …… 3
1.1 CARGAS SENSIBLES ……...…….. 3
1.2 CARGAS LATENTES ……... 8

Anexo II

Para poder hacer un óptimo cálculo de la instalación que aporte el confort necesario para los trabajadores en el desempeño diario de sus funciones, es necesario calcular las cargas térmicas que ocasionan este problema.

En este proyecto se calculan las cargas térmicas de refrigeración, las que aportan calor al ambiente. Se calcula para las condiciones más desfavorables.

Para conocer las condiciones exteriores se sigue la guía del IDAE de “Condiciones climáticas exteriores de diseño” para el lugar más cercano al emplazamiento de la nave que aparece en dicha guía.

El edificio se encuentra en Torrelavega (Cantabria).

• Latitud: 43^0 29' 30" Norte.

• Altitud: 52 m.

• Velocidad del viento: 5,2 m/s.

. Temperatura seca máxima: 34.5ºC

• Temperatura seca percentil (1%): 25.6^0C.

• Temperatura húmeda percentil (1%): 20.1^0C.

• Humedad relativa: 81%.

• Variación diurna: 9.2^0C.

• Temperatura del terreno: $22,6^0$C.

Se desea alcanzar una temperatura interior de 25ºC y una humedad relativa del 50% y para ello se calcularán a continuación las siguientes cargas térmicas:

- Cargas por transmisión de calor:

- Transmisión a través de muros y cubierta.

- Cargas por ventilación.

- Cargas por ocupación.

- Cargas por iluminación.

- Cargas por equipos.

- Cargas debidas a la propia instalación.

Anexo II

Se muestra un desglose de los resultados arrojados tras los cálculos y una exposición de las ecuaciones y el desarrollo seguido para la obtención de los mismos.

1. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN

El cálculo de la carga térmica de refrigeración, llamada (Q_r), es necesario para obtener la capacidad de los equipos y su potencia de consumo.

La carga total se obtiene de la ecuación:

$$Q_r = Q_s + Q_l$$

Donde;

Q_s Es la carga térmica sensible medida en (W)

Q_l Es la carga térmica latente medida en (W)

1.1. CARGAS SENSIBLES:

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sm}$$

Donde;

Q_{sr} Es la carga térmica sensible obtenida de la radiación solar a través de los acristalamientos, medida en (W).

Q_{st} Es la carga térmica sensible obtenida por transmisión a través de techos, paredes y suelos, medida en (W).

Q_{siv} Es la carga térmica sensible obtenida a través de la ventilación y las infiltraciones, medida en (W).

Q_{sil} Es la carga térmica sensible obtenida debida a la iluminación, medida en (W).

Q_{sp} Es la carga térmica sensible que aportan las personas, medida en (W).

Q_{sm} Es la carga térmica sensible que aportan las máquinas y aparatos eléctricos existentes en el interior de la nave, medida en (W).

La obtención de la carga sensible total será el resultado de la suma de las anteriores cargas, a continuación se desglosan éstas y se explican sus ecuaciones de cálculo.

CARGA POR RADIACIÓN SOLAR A TRAVES DE ACRISTALAMIENTO "Qsr"

La carga térmica aportada por la radiación solar no se tiene en cuenta en el cálculo total de cargas sensibles. Los motivos son, por un lado el valor arrojado que se puede considerar despreciable frente a lo que disipan las extrusoras. Y por otro lado, además de que el área acristalada de la cubierta de la nave es solamente el 4% del área total. De modo que el aporte además de ser ínfimo, se concentra en la parte alta de la nave y es evacuado por la abertura de la cumbre de la cubierta con ayuda de los equipos de extracción.

CARGAS POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE PAREDES, TECHOS Y SUELOS

Para que estas cargas existan es necesario una diferencia de temperatura entre las dos caras del cerramiento, es decir, entre la parte interior de la nave y el ambiente exterior o secciones de la fábrica colindantes.

La ecuación para calcular estas cargas es la siguiente:

$$Q_{sr} = A \,.\, U \,.\, C \,.\, (T_{ext} - T_i)$$

Donde;

Q_{sr} Es la carga térmica por transmisión, medida en (W).

A es el área que está expuesta a la diferencia de temperaturas, medida en (m^2).

U coeficiente de transmisión térmica de cada cerramiento, medido en (W/m^2K).

C coeficiente de orientación de cada cerramiento, es adimensional. (Tabla 8.3)

T_i es la temperatura objetivo del proyecto en el interior, se mide en (ºC).

T_{ext} es la temperatura al otro lado del cerramiento, se mide en (ºC).

CARGAS POR INFILTRACIÓN

Estas cargas no se contemplan por haber acometido recientemente obras en la nave con la finalidad de dar estanqueidad a la sala. Esto se ha conseguido con una mejora de los cerramientos y sistemas de doble puerta. La única abertura de la nave directamente con el exterior es una ranura practicada en la cumbre de la cubierta por la que sale el aire del interior, pero al haber más presión en el interior que en el exterior sólo sale aire, nunca entra.

CARGAS POR VENTILACIÓN

Se determinan mediante la siguiente expresión;

$$Q_{siv} = Q_v . C_e . \rho . (T_{ext} - T_i)$$

Donde;

Q_{siv} es la carga térmica sensible por ventilación, medida en (W).

Q_v es el caudal de ventilación aportado, medido en (m^3/h).

C_e es el calor específico del aire, que es 1012 (J/kgºK) a 25 ºC.

ρ es la densidad del aire, que es 1,2 (kg/m^3) a 20ºC.

T_{ext} es la temperatura del aire exterior, medida en ºC

T_i es la temperatura del aire interior de la nave, medida en ºC.

En este proyecto se va a cumplir con la normativa vigente y aplicable en edificios industriales, que es el RD 486/1997, que exige una renovación de aire de 50 metros cúbicos por hora y por trabajador al ser un trabajo no sedentario y caluroso.

Al tener a 225 personas trabajando a la vez, se introducirán 11250 m^3/h de aire limpio al interior de la nave.

CARGAS POR ILUMINACIÓN

La ganancia de carga térmica debida a la iluminación es muy pequeña. La cubierta de la nave cuenta con 21 focos de led de 200 W. Además estos se encuentran en la cubierta de la nave, y en este proyecto se va a acondicionar la zona inferior de la misma. No obstante se tendrán en cuenta en los cálculos.

CARGAS POR PERSONAS

El calor generado por las personas que trabajan en la nave es de vital importancia para el cálculo y dimensionamiento de la instalación debido a que desempeñan una labor considerada penosa. Es verdad que en este proyecto la principal carga térmica es la sensible generada por las máquinas extrusoras como después se verá, pero al ser 225 personas interactuando en un recinto, éstos por si solos generan una carga térmica que no se puede despreciar para el óptimo diseño del sistema.

La carga térmica sensible producida por las personas se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$Q_{soc} = n \cdot C_{sens/pers}$$

Siendo:

Q_{soc}: carga sensible por ocupación, medida en W.

n: número de personas que ocupan la nave.

$C_{sens/pers}$: es el calor sensible por persona, según la tabla.., medido en Kcal/h (Tabla 8.4), que posteriormente se pasará a W.

Anexo II

CARGAS POR MÁQUINAS Y APARATOS ELÉCTRICOS

El principal aporte de carga térmica sensible viene de las máquinas extrusoras que funcionan en el interior de la nave. Sus consumos de potencia son extremadamente altos y convierten toda esa potencia en calor sensible. No se aplicará factor de simultaneidad ya que trabajan todas las máquinas a la vez y de forma continua, sólo paran en contadas ocasiones y por motivos de mantenimiento.

A continuación se expone la potencia consumida de cada extrusora.

MÁQUINAS EXTRUSORAS	**POTENCIA CONSUMIDA APROX (KW)**
EXT "W&H" MONOCAPA	143,5
EXT "CMG" MONOCAPA	215,25
EXT "W&H" TRICAPA TUBO FFS	177,67
EXT "BATTENFELD" MONOCAPA	95,67
EXT "W&H" TRICAPA VAREX	215,25
EXT "W&H" MONOCAPA	205,01
EXT "W&H" TRICAPA	191,34
EXT "W&H" TRICAPA	157,17
EXT "BATTENFELD" TRI TUBO FFS	143,5
EXT "KIEFEL" TRICAPA	187,92
EXT "REIFENHAUSER" TRICAPA	232,34
EXT "BATTENFELD" TRI TUBO FFS	150,34
EXT "BATTENFELD" TRI TUBOFFS	184,51
EXT "W&H" TRICAPA	215,25
EXT "W&H" TRICAPA TUBO EXT	136,67
EXT "W&H" TRICAPA	215,25
EXT "W&H" TRICAPA TUBO EXT	136,67

TOTAL	3003,31

La suma de las anteriores potencias consumidas se convierte en calor sensible pero la gran parte se escapa hacia arriba. Todos esos kilovatios que consume cada extrusora se disipan en calor, pero a lo largo de todo la trayectoria que recorre el plástico desde que sale por la hilera del cabezal hasta que es bobinado en frio. En este proyecto se va a dimensionar una instalación para acondicionar el volumen inferior de la nave, es decir, donde se encuentran los trabajadores. En esa zona solo se disipa parte del calor generado, se ha estimado por la línea de enfriamiento de la película, y la medición de temperaturas a distintos niveles, que en la zona de trabajo se disipa un 9.25% de la potencia total consumida. Ese valor es el que se va a tener en cuenta, el 90.75% restante se disipa en las zonas altas de la nave y sale de ella a través de la abertura de la cubierta con la ayuda de los equipos de extracción.

1.2. CARGAS LATENTES:

Se distinguen dos tipos de cargas térmicas latentes, unas son las debidas a infiltraciones y ventilación, y las otras son debidas a los ocupantes de la nave. Como se explicó anteriormente las cargas por infiltración son nulas por las recientes obras de mejora de cerramientos acometidas en la nave.

CARGAS POR VENTILACIÓN

Estas cargas sí son importantes para el cálculo y dimensionamiento de los climatizadores ya que repercuten en el factor de calor sensible (FCS) y al haber un gran número de personas trabajando en el recinto, su valor es significativo.

A continuación, se detalla la ecuación con la que se obtienen los resultados de estas cargas;

$$Q_{lv} = V \cdot \rho \cdot C_l \cdot \Delta W$$

Siendo;

Q_{lv}: carga térmica latente por ventilación, medida en W.

V: volumen de aire de ventilación, medido en m^3/s.

ρ: es la densidad de aire, 1.15 kg/m^3.

C_l: es el valor del coeficiente específico del agua, de valor 2257 kJ/kg.

ΔW: es la diferencia de humedad absoluta entre el ambiente exterior e interior, medido en kg/kg.

CARGAS POR OCUPACIÓN

La ocupación de las personas genera una gran carga latente ya que son 225 personas las que pueden llegar a trabajar a la vez en esta nave, sumando los operarios de producción, los técnicos de calidad, operarios de mantenimiento y subcontratas.

La ecuación con la que se calcula es la siguiente:

$$Q_{loc} = n \cdot C_{lat/pers}$$

Siendo:

Q_{loc}: carga latente de ocupación, medido en W.

n: número de personas ocupando la nave.

$C_{lat/pers}$: es el calor latente por persona, según la tabla.., medido en Kcal/h (Tabla 8.4), que posteriormente se pasará a W.

CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN

RESUMEN DEL VALOR DE LAS CARGAS SENSIBLES:

Cargas por transmisión 2167.12 W
Cargas por ventilación 2276.16 W
Cargas por ocupación 20930.23 W
Cargas por iluminación 4200 W

Cargas por las extrusoras 285740 W

RESUMEN DELVALOR DE LAS CARGAS LATENTES:

Cargas por ocupación 64098.83 W

Cargas por ventilación 52650.21 W

CALOR SENSIBLE	**315.31 kW**
CALOR LATENTE	**116.75 kW**

Se añade un factor de seguridad del 10%:

CALOR SENSIBLE TOTAL	**346.84 kW**
CALOR LATENTE TOTAL	**128.42 kW**
CALOR TOTAL	**475.26 kW**

2.3. ANEXO III

CÁLCULO DE LOS EQUIPOS

ÍNDICE

1. MÉTODO DE ELECCIÓNDE LOS CLIMATIZADORES …… 2
2. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS …….. 5

1. MÉTODO DE ELECCIÓN DE LOS CLIMATIZADORES

Para elegir los climatizadores adecuados, lo primero de todo se necesita saber lo que se llama FCS.

El factor de calor sensible “FCS” relaciona la carga sensible con la carga total calculada, es decir:

$$FCS = \frac{Q_s}{Q_s + Q_l}$$

Sabiendo este factor, se traza una recta en el diagrama psicrométrico que pase por el punto obtenido anteriormente y por el “foco” o punto de referencia del diagrama.

A continuación se traza una recta paralela a la anterior que pase por el punto de condiciones interiores de la nave. A esta recta se la llama “recta de maniobra del local”.

Se localiza también el punto “M” o punto de mezcla del climatizador, que está en la recta que une el punto de condiciones interiores de la nave con el punto de condiciones exteriores. La localización de este punto queda en función de los caudales de aire de retorno de los climatizadores y del caudal de ventilación.

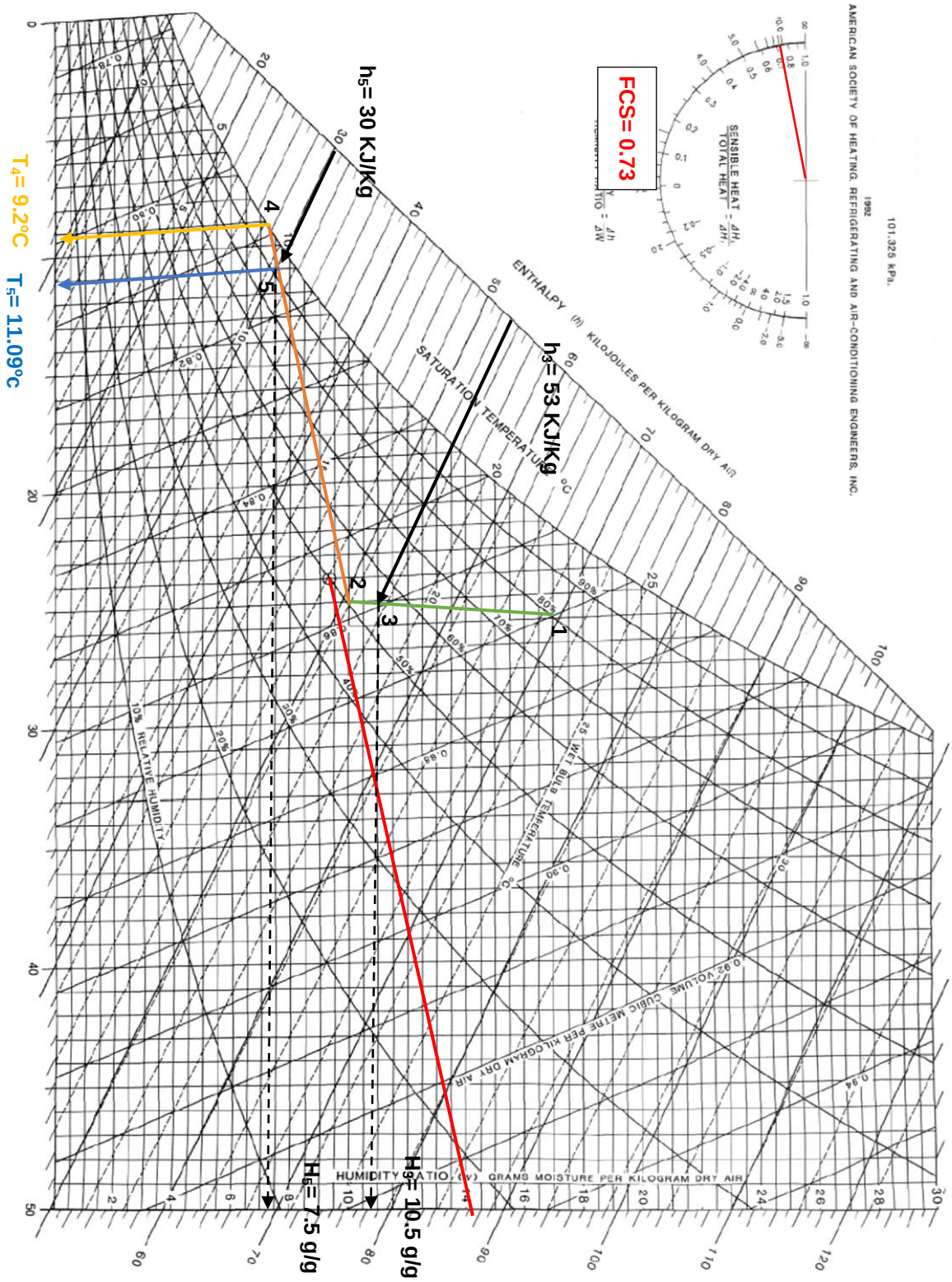
Por último el punto de impulsión estará en la recta de maniobra del local y además tiene que cumplir que las potencias sensibles y latentes obtenidas sean superiores a las cargas calculadas previamente de la nave.

Aquí se desarrollan los cálculos analíticos y su desarrollo gráfico en el diagrama psicrométrico.

Los puntos representados en el diagrama psicrométrico son los siguientes:

1- Condiciones exteriores de la nave
2- Condiciones interiores de la nave
3- Punto de mezcla del climatizador “M”
4- Punto de rocío del climatizador
5- Punto de impulsión

Anexo III


FCS= 0.73
h5= 30 KJ/Kg
h3= 53 KJ/Kg
T4= 9.2ºC
T5= 11.09ºc
H6= 7.5 g/g
H5= 10.5 g/g
1
2
3
4
5
ENTHALPY (h) KILOJOULES PER KILOGRAM DRY AIR
SATURATION TEMPERATURE °C
WET BULB TEMPERATURE °C
RELATIVE HUMIDITY
HUMIDITY RATIO (w) GRAMS MOISTURE PER KILOGRAM DRY AIR
0.92 VOLUME CUBIC METRE PER KILOGRAM DRY AIR
SENSIBLE HEAT / TOTAL HEAT
101.325 kPa.
1992
AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC.

Q_s = 346.84 KW

Q_l = 128.42 KW

$$FCS = \frac{Q_s}{Q_s + Q_l}$$

$$FCS = 0.73$$

Ahora se calculará la masa de aire que moverá el climatizador, sabiendo el caudal volumétrico obtenemos el caudal másico:

$$Q_{(vent+retorno)} = 103000\ \frac{m^3}{h} = 34.33\ \frac{kg}{s}$$

Del diagrama psicrométrico se obtienen las entalpías del punto M y del punto de impulsión y se restan:

$$h_3 = 53\ \frac{kJ}{kg}$$

$$h_5 = 30\ \frac{kJ}{kg}$$

$$\Delta h = 53 - 30 = 23\ \frac{kJ}{kg}$$

$$Pot_{clim} = \dot{m}_{clim} \,.\, \Delta h = 789.59\ KW$$

$$\Delta H_{clim} = 0.0105 - 0.0075 = 0.003\ \frac{kg}{kg}$$

$$h_{latente} = C_{latente} \,.\, \Delta H_{clim} = 2257\ \cdot\ 0.003 = 6.77\ \frac{kg}{kg}$$

$$Pot_{lat.clim} = h_{latente} \cdot \dot{m}_{clim} = 6.77 \cdot 34.33 = 232.44\ KW$$

$$Pot_{sensible} = Pot_{clim} - Pot_{lat.clim} = 557.15\ KW$$

Ambas potencias cumplen los requisitos necesarios:

$$Pot_{lat} = 232.44\ KW\ > 128.42\ KW$$

$$Pot_{sensible} = 557.15\ KW\ > 346.84\ KW$$

2. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

Con los resultados obtenidos en el apartado anterior se opta por colocar dos climatizadores en paralelo de la marca Airlan y modelo FMA284.

AIRLAN FMA 284		
Q impulsado	Tª impulsión	PKW
53.000 $\frac{m^3}{h}$	11 ºC	250 KW

2.4. ANEXO IV

CÁLCULOS
DE LA
RED HIDRÁULICA
Y SUS
COMPONENTES

Anexo IV

ÍNDICE

1. CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE AGUA …….…….…… 2
2. CÁLCULO DE LA RED DE TUBERÍAS DE AGUA …….……...… 2
3. CÁLCULO DEL DEPÓSITO DE INERCIA …….……...….. 6
4. CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN ……..……...…. 7

Anexo IV

1. CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE AGUA

Con los datos obtenidos del climatizador se van a calcular los caudales de agua necesarios para las baterías de frio de ambos equipos.

Se obtendrán mediante la siguiente expresión.

$$Q_{agua} = \frac{P \cdot 0.86}{\Delta T \cdot \delta \cdot C_e}$$

Siendo:

Q_{agua} : caudal de agua, medido en litros/hora.

P: potencia frigorífica del climatizador, medido en Vatios.

ΔT: incremento de temperatura del circuito de agua fría, medido en ºC.

δ : densidad del agua, medido en kg/dm^3

C_e : calor específico del agua, medido en Kcal/kg.ºC

$$Q_{agua} = 44290\ \frac{litros}{hora}$$

Este es el caudal que necesita la batería de frio de cada climatizador.

2. CALCULO DE LA RED DE TUBERIAS DE AGUA

Una vez hecho el diseño sobre un plano del circuito de tuberías, que se puede ver con detalle en el anexo PLANOS, se determina la sección que deben tener éstas para cumplir con las siguientes premisas:

La velocidad del agua será de 2 m/s para evitar sedimentaciones de partículas presentes en el fluido y además evitar ruidos indeseados.

Anexo IV

Sabiendo la velocidad y el caudal que debe pasar a través de cada tramo de tubería, se calcula el diámetro:

$$D = \sqrt{\frac{4.Q}{\pi \cdot v}}$$

El diámetro será de 4” para las tuberías que conectan el colector con ambos climatizadores y desde éstos hasta que las tuberías convergen.

Y será de 6” para el resto del circuito de agua.

Una vez sabido la sección de los distintos tramos de tuberías se calcularán las pérdidas de carga producidas. Para ello se utilizará la ecuación general de Darcy-Weisbach en función del caudal:

$$\Delta P = \frac{8 \cdot \lambda \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

Siendo:

λ: el factor de fricción, adimensional

L: longitud del tramo de tubería, medido en metros.

Q: caudal, medido en m^3/s

g: la aceleración de la gravedad, medido en m/s^2

D: diámetro del tramo de tubería, medido en metros.

Para calcular el factor de fricción “λ” se recurre a la ecuación de Blasius para tuberías lisas, la cual es la siguiente:

$$\lambda = 0.3164 \cdot Re^{-0.25}$$

Entonces necesitamos saber el número de Reynolds, que se haya de la siguiente manera:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\vartheta}$$

Siendo:

R_e: el número de Reynolds, adimensional.

V: velocidad del fluido, medido en m/s.

D: diámetro de la tubería, medido en metros.

ϑ: viscosidad cinemática del fluido, medido en m^2/s.

$$Re = \frac{2 \cdot 0.1016}{15.1 \cdot 10^{-6}} = 13456.95$$

$$\lambda = 0.3164 \cdot 13456.95^{-0.25} = 0.029$$

Asique, a continuación se realizará el cálculo de las pérdidas de carga de las tuberías y accesorios de los dos ramales de 4” y después las tuberías y accesorios de las de 6”.

ACCESORIO	Nº DE ACCESORIOS	FACTOR DE EQUIVALENCIA	EQUIVALENCIA EN METROS	ΔP (m.c.a)
CODO	15	2.8	42	1.377
VALV.EXCLUSA	12	2.5	30	0.984
PRESOSTATO	2	1.5	3	0.098
TERMOSTATO	2	1.5	3	0.098
MANOMETRO	2	1.5	3	0.098
CLIMATIZADOR	2	-	-	10.4

TOTAL				13.055

LONGITUD TUBERÍAS 4”	ΔP (m.c.a)
134.55	4.413

$$\sum \Delta P = 17{,}468\, m.c.a$$

ACCESORIO	Nº DE ACCESORIOS	FACTOR DE EQUIVALENCIA	EQUIVALENCIA EN METROS	ΔP (m.c.a)
CODO	8	5.2	41.6	0.74
VALV.EXCLUSA	4	3.5	14	0.249
VALV.ANTIVIBR	2	1.8	3.6	0.064
DEP.INERCIA	1	14	14	0.249
COLECTOR	1	9.5	9.5	0.169
PRESOSTATOS	2	2.5	5	0.89
ENFRIADORA	1	-	-	4.08
TOTAL				6.441

LONGITUD TUBERÍAS 6”	ΔP (m.c.a)
71.68	1.275

$$\sum \Delta P = 7{,}716\, m.c.a$$

En resumen la pérdida de carga total en la red agua es de 25,185 m.c.a.

3. CALCULO DEPOSITO DE INERCIA

Esta instalación solo cuenta con circuito de agua fría. Aun así colocaremos un depósito para dotar al sistema de una mayor inercia y reducir o evitar los paros y arranques del compresor de la enfriadora.

Primero se calculará el volumen de agua en el interior de las tuberías, y este volumen será restado al volumen total de la instalación.

Tuberías de 4”

$$V_{4"} = \frac{\pi \cdot 0.1016^2}{4} \cdot 134.55 = 1.09\ m^3$$

Tuberías de 6”

$$V_{6"} = \frac{\pi \cdot 0.1524^2}{4} \cdot 71.68 = 1.3\ m^3$$

Volumen total de tuberías

$$V_{total.tub} = V_{4"} + V_{6"} = 2.39\ m^3$$

Ahora se obtendrá el volumen total de la instalación:

$$V = \frac{515000 \cdot 3600 \cdot 1}{1.3 \cdot 4.186 \cdot 1000 \cdot 60} = 5.67\ m^3$$

El volumen del depósito de inercia será:

$$V - V_{total.tub} = 5.67 - 2.39 = 3.28\ m^3$$

4. CALCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN

Para esté calculo fijaré la temperatura máxima del circuito en 30 ºC. Una vez sabida esta temperatura obtendré el coeficiente de expansión del fluido, mediante la siguiente ecuación:

$$C_e = (3.24 \cdot t^2 + 102.13 \cdot t - 2708.3) \cdot 10^{-6}$$

De donde obtengo:

$$C_e = 3271 \cdot 10^{-6}$$

A continuación calculo el coeficiente de presión con la siguiente ecuación:

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

$$P_M = 0.9 \cdot P_{vs} + 1 = 0.9 \cdot 12 + 1 = 11.8\ bar$$

$$P_m = 1.5 + 1 = 2.5\ bar$$

$$C_p = 1.268$$

Y por último el volumen del vaso de expansión:

$$V_{vaso} = V_{total} \cdot C_p \cdot C_e = 23.5\ litros$$

5. CÁLCULO DE LAS BOMBAS

Se instalarán dos bombas en paralelo, ya que se tienen dos climatizadores dispuestos de dicha manera. Ambas se abastecerán del colector previo a ellas.

Para el cálculo de las mismas se ha tenido en cuenta la perdida de carga total en el circuito y se ha añadido un factor de seguridad del 15 %.

Las dos están conectadas a tuberías de 4” de diámetro, por tanto, los cálculos realizados para la correcta elección de las bombas son los siguientes.

Anexo IV

Perdida de carga total en el circuito hidráulico:

$$h_r = 25{,}185\ m.c.a$$

Se añade un coeficiente de seguridad del 15%

$$h_r = 28{,}963\ m.c.a = 284.022{,}18\ Pa$$

El caudal que pasa a través de las tuberías donde se colocan las bombas es

$$Q = 0.0123\frac{m^3}{s} = 44{,}28\frac{m^3}{h}$$

Con los valores de la perdida de carga en el circuito y el caudal que tienen que mover las bombas se procede a elegir la bomba según el catálogo del fabricante Grundfos.

Se escogen dos bombas Grundfos TP65-460/2.

Al ser un circuito cerrado y presurizado, no existe riesgo de cavitación ya que el NPSH disponible es bastante mayor al NPSH requerido por las bombas.

2.5. ANEXO V

CÁLCULO

DE LA RED DE CONDUCTOS

ÍNDICE

1. MÉTODO DE CÁLCULO …… 2
2. PÉRDIDAS DE CARGA ……...…….. 3
3. TABLAS ……...…… 4

Anexo V

La red de conductos de aire está compuesta por la red de impulsión, que se encarga de transportar el aire con las condiciones requeridas desde el climatizador hasta la nave. Y por la red de conductos de retorno que es la encargada de conducir el aire de la nave hasta los climatizadores nuevamente para ser mezclado con aire exterior.

Para el dimensionamiento de una red de conductos existen cinco métodos diferentes, estos son:

- Método de reducción de velocidad.
- Método de pérdida de carga constante en toda la instalación.
- Método de igual pérdida de carga en cada rama.
- Método de recuperación estática.
- Método de "T".

1. MÉTODO DE CÁLCULO

En este proyecto se realizará por el tercer método, es decir, el de pérdida de carga constante en toda la instalación.

A continuación se detalla en que consiste el método y después se desarrollarán las ventajas e inconvenientes.

Este método se basa en fijar para cualquier tramo de la red de conductos una pérdida de carga constante por metro, en este caso será de 1 Pa/m, es decir, 0.1 mm.c.a/m.

A partir de aquí, se obtiene el diámetro en circular que debe tener el conducto en cada tramo, ya que se conoce el caudal que se desea que circule por cada tramo, a la vista del que debe salir por cada boca. El diámetro se calcula con la siguiente expresión:

$$D_i = \left[\frac{\alpha \cdot 21.89 \cdot 10^{-3} \cdot Q^{1.82}}{(P_A - P_B)/_L}\right]^{\frac{1}{4.86}}$$

Donde:

α: parámetro dependiente del material utilizado

D_i: diámetro interior del conducto circular en el tramo "i", medido en metros.

Q_i: caudal circulante en el tramo “i”, medido en m^3/s.

$(P_A-P_B)/L$: perdida de presión por metro en cualquier tramo, 1 Pa/m.

Al ser conductos circulares la velocidad en cada tramo se puede obtener de la expresión:

$$v_i = \frac{4 \cdot Q_i}{\pi \cdot D_i^2}$$

2. PÉRDIDAS DE CARGA

Una vez dimensionados los conductos, y conocida la velocidad del aire para cada tramo el procedimiento para estimar las características necesarias del ventilador es; que deberá poseer una presión total igual a la suma de la mayor pérdida de presión total en la rama más desfavorable, teniendo en cuenta la longitud equivalente de los accesorios y la perdida de presión en la boca.

También hay que tener en cuenta la pérdida o ganancia de presión debida a la diferencia de velocidad entre la primera y la última parte del conducto:

Si la velocidad del ventilador es menor que la del último conducto, la pérdida de presión estática será:

$$\Delta P = 1.1 \cdot ((\frac{V_d}{242.4})^2 - (\frac{V_f}{242.4})^2)$$

Si la velocidad del ventilador es mayor que la del último conducto, la ganancia de presión estática será:

$$\Delta P = 0.75 \cdot ((\frac{V_f}{242.4})^2 - (\frac{V_d}{242.4})^2)$$

En ambas expresiones, V_f se refiere a la velocidad del ventilador en m/min y V_d se refiere a la velocidad del conducto final en m/min.

Como ventajas de este método cabe resaltar:

La sencillez de cálculo, comparado con otros métodos.

En el diagrama siempre trabaja en una zona denominada “Zona normal de diseño”, debido a que las dimensiones de los conductos son “razonables” y por tanto el precio también lo es.

Como principal desventaja hay que señalar que es necesario un equilibrado del sistema, pues cuando la instalación tiene ramas largas, junto a ramas cortas, la instalación se descompensa. Y de no equilibrarse los caudales circulantes por cada rama o difusor no serían los previstos.

El equilibrado del sistema se puede realizar con la regulación de las compuertas de los difusores o rejillas.

3. TABLAS

TABLA (PERDIDAS DE CARGA)

Conjunto de conductos para climatizador 1.

TRAMO	CAUDAL Q (m^3/h)	VELOCIDAD V (m/s)	DIAMETRO Φ (mm)	AREA A (m^2)	LONGITUD L (m)	ΔP (Pa)
0-1	51500	15.17	1200	1.13	19.11	37.11
1-2	25750	9.788	930	0.679	3.28	57.49
2-3	22531.25	9.054	885	0.608	5.8	32.64
3-4	19312.5	8.171	836	0.549	5.8	30.12
4-5	16093.75	7.28	781	0.479	5.8	27.81
5-6	12875	6.341	718	0.405	5.8	25.73
6-7	9656.25	5.29	645	0.327	5.8	23.69
7-8	6437.5	4.109	554	0.241	5.8	21.73
8-9	3218.75	2.665	427	0.143	5.8	19.95
1-10	25750	9.788	930	0.679	7.6	105.87
10-11	22531.25	9.054	885	0.608	5.84	102.12
11-12	19312.5	8.171	836	0.549	6	19.81
12-13	16093.75	7.28	781	0.479	8.78	20.19
13-14	12875	6.341	718	0.405	6.22	15.52
14-15	9656.25	5.29	645	0.327	6	13.38
15-16	6437.5	4.109	554	0.241	6.24	11.59

16-17	3218.75	2.665	427	0.143	4.8	8.47
10-18	3218.75	2.665	427	0.143	7.35	61
11-19	3218.75	2.665	427	0.143	7.35	121.29
12-20	3218.75	2.665	427	0.143	7.35	106.64
13-21	3218.75	2.665	427	0.143	7.35	87
14-22	3218.75	2.665	427	0.143	7.35	78.65
15-23	3218.75	2.665	427	0.143	7.35	62.56
16-24	3218.75	2.665	427	0.143	7.35	53.73
17-25	3218.75	2.665	427	0.143	7.35	47.73

Conjunto de tramos más desfavorable:

0-1, 1-10, 10-11, 11-12, 12-13, 13-14, 14-15, 15-16, 16,17, 17-25.

Perdida de presión en el conjunto de tramos más desfavorable:

ΔP= 381.79 Pa

Total de ganancia de presión (recuperaciones estáticas):

ΔP= 59.2 Pa

Presión estática total:

P_{TOTAL}= 322.59 Pa

TABLA (PERDIDAS DE CARGA)

Conjunto de conductos para climatizador 2.

TRAMO	CAUDAL Q(m^3/h)	VELOCIDAD V(m/s)	DIAMETRO Φ(mm)	AREA A(m^2)	LONGITUD L(m)	ΔP Pa
0-1	51500	15.17	1200	1.13	19.98	50.46

1-2	12875	6.341	718	0.405	10.75	305.47
2-3	9656.25	5.29	645	0.327	5.19	12.9
3-4	6437.5	4.109	554	0.241	5.2	10.07
4-18	3218.75	2.665	427	0.143	11.13	53.8
2-15	3218.75	2.665	427	0.143	6.3	77.47
3-16	3218.75	2.665	427	0.143	6.3	65.24
4-17	3218.75	2.665	427	0.143	6.3	52.16
1-5	38625	12.6	1084	0.923	14.04	139.7
5-6	35406.25	12.03	1040	0.849	7	44.75
6-7	32187.5	11.27	1010	0.8	7	42.38
7-8	28968.75	10.52	973	0.743	7	36.65
8-9	25750	9.788	930	0.679	9.7	78.89
9-10	22531.25	9.054	885	0.608	4.93	85.65
10-11	16093.75	7.28	781	0.479	6.22	24.57
11-12	12875	6.341	718	0.405	6	19.13
12-13	9656.25	5.29	645	0.327	6.28	16.83
13-14	6437.5	4.109	554	0.241	5.5	12.31
9-19	321.75	2.665	427	0.143	6.3	67.89
10-20	3218.75	2.665	427	0.143	6.3	128.62
10-25	3218.75	2.665	427	0.143	6.64	128.96
11-21	3218.75	2.665	427	0.143	6.3	85.95
12-22	3218.75	2.665	427	0.143	6.3	78.32
13-23	3218.75	2.665	427	0.143	6.3	66.26
14-24	3218.75	2.665	427	0.143	6.3	58.8
14-26	3218.75	2.665	427	0.143	6.64	59.14

Conjunto de tramos más desfavorable:

0-1, 1-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-10, 10-11, 11-12, 12-13, 13-14, 14-26.

Pérdida de presión en el conjunto de tramos más desfavorable:

ΔP= 610.46 Pa

Total de ganancia de presión (recuperaciones estáticas):

ΔP= 194.65 Pa

Anexo V

Presión estática total:

P_{TOTAL}= 415.91 Pa

Ahora se exponen las tablas de la perdida de carga de la red de conductos de retorno, ambas son iguales en su diseño, se verá con detalle en el anexo de planos.

TABLA (PERDIDAS DE CARGA)

Red de conductos retorno para climatizador 1.

TRAMO	CAUDAL Q(m^3/h)	VELOCIDAD V(m/s)	DIAMETRO Φ(mm)	AREA A(m^2)	LONGITUD L(m)	ΔP Pa
1-2	45875.5	12.25	1156	1.049	28.5	107.98
2-3	43790.25	12.16	1130	1	2.5	9.7
3-4	41705	11.97	1110	0.967	2.5	9.7
4-5	39619.75	11.79	1090	0.933	2.5	9.7
5-6	37534.5	11.59	1070	0.899	2.5	9.7
6-7	35449.25	11.49	1045	0.857	2.5	9.7
7-8	33364	11.33	1020	0.817	2.5	9.7
8-9	31278.75	11.29	990	0.769	2.5	9.7
9-10	29193.5	10.84	976	0.748	2.5	9.7
10-11	27108.25	10.63	953	0.713	2.5	9.7
11-12	25023	10.53	920	0.66	2.5	9.7
12-13	22937.75	10.24	890	0.622	2.5	9.7
13-14	20852.5	9.98	860	0.58	2.5	9.7
14-15	18767.25	9.76	825	0.534	2.5	9.7
15-16	16682	9.45	790	0.49	2.5	9.7
16-17	14596.75	9.19	750	0.441	2.5	9.7
17-18	12511.5	8.77	710	0.396	2.5	9.7
18-19	10426.25	8.39	663	0.345	2.5	9.7
19-20	8341	7.93	610	0.292	2.5	9.7
20-21	6255.75	7.33	550	0.237	2.5	9.7
21-22	4170.5	6.69	470	0.173	2.5	9.7
22-23	2085.25	5.62	363	0.103	2.5	9.7

TABLA (PERDIDAS DE CARGA)

Red de conductos retorno para climatizador 2.

TRAMO	CAUDAL Q(m^3/h)	VELOCIDAD V(m/s)	DIAMETRO Φ(mm)	AREA A(m^2)	LONGITUD L(m)	ΔP Pa
1-2	45875.5	12.25	1156	1.049	27.2	106.68
2-3	43790.25	12.16	1130	1	2.5	9.7
3-4	41705	11.97	1110	0.967	2.5	9.7
4-5	39619.75	11.79	1090	0.933	2.5	9.7
5-6	37534.5	11.59	1070	0.899	2.5	9.7
6-7	35449.25	11.49	1045	0.857	2.5	9.7
7-8	33364	11.33	1020	0.817	2.5	9.7
8-9	31278.75	11.29	990	0.769	2.5	9.7
9-10	29193.5	10.84	976	0.748	2.5	9.7
10-11	27108.25	10.63	953	0.713	2.5	9.7
11-12	25023	10.53	920	0.66	2.5	9.7
12-13	22937.75	10.24	890	0.622	2.5	9.7
13-14	20852.5	9.98	860	0.58	2.5	9.7
14-15	18767.25	9.76	825	0.534	2.5	9.7
15-16	16682	9.45	790	0.49	2.5	9.7
16-17	14596.75	9.19	750	0.441	2.5	9.7
17-18	12511.5	8.77	710	0.396	2.5	9.7
18-19	10426.25	8.39	663	0.345	2.5	9.7
19-20	8341	7.93	610	0.292	2.5	9.7
20-21	6255.75	7.33	550	0.237	2.5	9.7
21-22	4170.5	6.69	470	0.173	2.5	9.7
22-23	2085.25	5.62	363	0.103	2.5	9.7

El diseño de la red de conductos de retorno es idéntica para ambos climatizadores a excepción del tramo que desemboca en los climatizadores, ya que uno tiene algo más de longitud debido a las limitaciones d espacio. Ello conlleva que el tramo desde la primera rejilla hasta los climatizadores sea distinto para poder sortear los obstáculos que se encuentran por el camino.

Perdida de presión en el conducto 1:

ΔP= 311.68 Pa

Anexo V

Ganancia de presión (recuperaciones estáticas):

ΔP=18.58

Perdida de presión total en conducto de retorno 1:

ΔP= 293.1 Pa

Perdida de presión en el conducto 2:

ΔP= 310.38 Pa

Ganancia de presión (recuperaciones estáticas):

ΔP=19.2 Pa

Perdida de presión total en conducto de retorno 2:

ΔP= 291.18 Pa

Presión necesaria que tienen que vencer los ventiladores:

- Ventilador 1: 615.69 Pa
- Ventilador 2: 707.09 Pa

Se añade un coeficiente de seguridad del 6%

- Ventilador 1: 652.63 Pa
- Ventilador 2: 749.51 Pa

2.6. ANEXO VI

CÁLCULOS

DE LA

ESTRUCTURA PORTANTE

DE LA

ENFRIADORA

Anexo VI

ÍNDICE

1.- DATOS DE OBRA..... 2
1.1.- NORMAS CONSIDERADAS..... 2
1.2.- ESTADOS LÍMITE 2
1.2.1.- SITUACIONES DE PROYECTO 2
1.2.2.- COMBINACIONES..... 3
2.- ESTRUCTURA 3
2.1.- GEOMETRÍA 3
2.1.1.- NUDOS..... 3
2.1.2.- BARRAS 5
3.- COMPROBACIONES E.L.U. …… 13

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	1.000	0.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000	1.000

1.2.2.- Combinaciones Nombres de las hipótesis

G Carga permanente
Q 1 (A) ENFRIADORA

E.L.U. de rotura. Acero laminado

Comb.	G	Q 1 (A)
1	0.800	
2	1.350	
3	0.800	1.500
4	1.350	1.500

Desplazamientos

Comb.	G	Q 1 (A)
1	1.000	
2	1.000	1.000

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Nudos

Referencias:
Δ_x, Δ_y, Δ_z: Desplazamientos prescritos en ejes globales.
θ_x, θ_y, θ_z: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	4.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	-1.500	4.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	-1.500	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	0.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado

N6	0.000	4.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N7	-1.500	4.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	-1.500	0.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	0.875	4.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.875	0.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	0.700	0.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.000	0.000	2.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	0.700	4.000	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	0.000	4.000	2.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	1.230	0.000	-0.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	1.230	4.000	-0.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	1.230	-0.700	-0.400	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N18	1.230	4.700	-0.400	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N19	-2.140	0.000	-0.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	-2.140	4.000	-0.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	-2.140	4.700	-0.400	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	-2.140	-0.700	-0.400	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N23	-1.500	0.500	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	0.000	0.500	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	-1.500	3.500	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	0.000	3.500	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	-1.500	0.500	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	0.000	0.500	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	-1.500	3.500	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	0.000	3.500	2.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	-1.500	-0.300	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	0.000	-0.300	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	0.000	4.300	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N34	-1.500	4.300	0.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

2.1.2.- Barras

- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm²)	ν	G (kp/cm²)	f_y (kp/cm²)	α_t (m/m°C)	γ (t/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850

Notación:
E: Módulo de elasticidad
ϖ: Módulo de Poisson G:
Módulo de cortadura f_y:
Límite elástico
α_t: Coeficiente de dilatación
7: Peso específico

- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N1/N24	N1/N2	IPE-600 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N24/N26	N1/N2	IPE-600 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N26/N2	N1/N2	IPE-600 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N4/N23	N4/N3	IPE-600 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N23/N25	N4/N3	IPE-600 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N25/N3	N4/N3	IPE-600 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N5/N28	N5/N6	IPE-180 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N28/N30	N5/N6	IPE-180 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N30/N6	N5/N6	IPE-180 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N4/N8	N4/N8	IPE-140 (IPE)	2.500	1.00	1.00	-	-
		N3/N7	N3/N7	IPE-140 (IPE)	2.500	1.00	1.00	-	-
		N10/N9	N10/N9	IPE-220 (IPE)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	IPE-80 (IPE)	0.832	1.00	1.00	-	-
		N11/N10	N11/N10	IPE-80 (IPE)	0.175	1.00	1.00	-	-
		N5/N11	N5/N11	IPE-80 (IPE)	0.700	1.00	1.00	-	-
		N1/N12	N1/N12	IPE-140 (IPE)	2.050	1.00	1.00	-	-
		N12/N5	N12/N5	IPE-140 (IPE)	0.450	1.00	1.00	-	-
		N14/N13	N14/N13	IPE-80 (IPE)	0.832	1.00	1.00	-	-
		N2/N14	N2/N6	IPE-140 (IPE)	2.050	1.00	1.00	-	-
		N14/N6	N2/N6	IPE-140 (IPE)	0.450	1.00	1.00	-	-
		N6/N13	N6/N9	IPE-80 (IPE)	0.700	1.00	1.00	-	-
		N13/N9	N6/N9	IPE-80 (IPE)	0.175	1.00	1.00	-	-
		N15/N1	N15/N1	IPE-220 (IPE)	1.293	1.00	1.00	-	-
		N16/N2	N16/N2	IPE-220 (IPE)	1.293	1.00	1.00	-	-
		N15/N16	N15/N16	IPE-300 (IPE)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N17/N15	N17/N15	IPE-300 (IPE)	0.700	1.00	1.00	-	-
		N16/N18	N16/N18	IPE-300 (IPE)	0.700	1.00	1.00	-	-
		N19/N4	N19/N4	IPE-180 (IPE)	0.755	1.00	1.00	-	-
		N19/N20	N19/N20	IPE-330 (IPE)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N20/N3	N20/N3	IPE-180 (IPE)	0.755	1.00	1.00	-	-
		N20/N21	N20/N21	IPE-330 (IPE)	0.700	1.00	1.00	-	-
		N22/N19	N22/N19	IPE-330 (IPE)	0.700	1.00	1.00	-	-
		N23/N24	N23/N24	IPE-120 (IPE)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N25/N26	N25/N26	IPE-120 (IPE)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N27/N28	N27/N28	IPE-80 (IPE)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N29/N30	N29/N30	IPE-80 (IPE)	1.500	1.00	1.00	-	-
		N8/N27	N8/N7	IPE-180 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N27/N29	N8/N7	IPE-180 (IPE)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N29/N7	N8/N7	IPE-180 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N31/N4	N31/N4	IPE-600 (IPE)	0.300	1.00	1.00	-	-
		N32/N1	N32/N1	IPE-600 (IPE)	0.300	1.00	1.00	-	-
		N2/N33	N2/N33	IPE-600 (IPE)	0.300	1.00	1.00	-	-
		N3/N34	N3/N34	IPE-600 (IPE)	0.300	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								

Notación:
Ni: Nudo inicial Nf:
Nudo final
β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior $Lb_{Inf.}$:
Separación entre arriostramientos del ala inferior

- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N4/N3, N31/N4, N32/N1, N2/N33 y N3/N34
2	N5/N6, N19/N4, N20/N3 y N8/N7
3	N4/N8, N3/N7, N1/N12, N12/N5 y N2/N6
4	N10/N9, N15/N1 y N16/N2
5	N12/N11, N11/N10, N5/N11, N14/N13, N6/N9, N27/N28 y N29/N30
6	N15/N16, N17/N15 y N16/N18
7	N19/N20, N20/N21 y N22/N19
8	N23/N24 y N25/N26

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE-600, (IPE)	155.00	62.70	60.70	92080.00	3390.00	172.00
		2	IPE-180, (IPE)	23.90	10.92	7.82	1320.00	101.00	5.06
		3	IPE-140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.00	44.90	2.63
		4	IPE-220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2770.00	205.00	9.15
		5	IPE-80, (IPE)	7.64	3.59	2.38	80.10	8.49	0.72
		6	IPE-300, (IPE)	53.80	24.07	17.80	8360.00	604.00	20.10
		7	IPE-330, (IPE)	62.60	27.60	20.72	11770.00	788.00	26.50
		8	IPE-120, (IPE)	13.20	6.05	4.25	318.00	27.70	1.77

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz:
Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia
de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It:
Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Anexo VI

- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	IPE-600 (IPE)	4.000	0.062	486.70
		N4/N3	IPE-600 (IPE)	4.000	0.062	486.70
		N5/N6	IPE-180 (IPE)	4.000	0.010	75.05
		N4/N8	IPE-140 (IPE)	2.500	0.004	32.18
		N3/N7	IPE-140 (IPE)	2.500	0.004	32.18
		N10/N9	IPE-220 (IPE)	4.000	0.013	104.88
		N12/N11	IPE-80 (IPE)	0.832	0.001	4.99
		N11/N10	IPE-80 (IPE)	0.175	0.000	1.05
		N5/N11	IPE-80 (IPE)	0.700	0.001	4.20
		N1/N12	IPE-140 (IPE)	2.050	0.003	26.39
		N12/N5	IPE-140 (IPE)	0.450	0.001	5.79
		N14/N13	IPE-80 (IPE)	0.832	0.001	4.99
		N2/N6	IPE-140 (IPE)	2.500	0.004	32.18
		N6/N9	IPE-80 (IPE)	0.875	0.001	5.25
		N15/N1	IPE-220 (IPE)	1.293	0.004	33.91
		N16/N2	IPE-220 (IPE)	1.293	0.004	33.91
		N15/N16	IPE-300 (IPE)	4.000	0.022	168.93
		N17/N15	IPE-300 (IPE)	0.700	0.004	29.56
		N16/N18	IPE-300 (IPE)	0.700	0.004	29.56
		N19/N4	IPE-180 (IPE)	0.755	0.002	14.16
		N19/N20	IPE-330 (IPE)	4.000	0.025	196.56
		N20/N3	IPE-180 (IPE)	0.755	0.002	14.16
		N20/N21	IPE-330 (IPE)	0.700	0.004	34.40
		N22/N19	IPE-330 (IPE)	0.700	0.004	34.40
		N23/N24	IPE-120 (IPE)	1.500	0.002	15.54
		N25/N26	IPE-120 (IPE)	1.500	0.002	15.54
		N27/N28	IPE-80 (IPE)	1.500	0.001	9.00
		N29/N30	IPE-80 (IPE)	1.500	0.001	9.00
		N8/N7	IPE-180 (IPE)	4.000	0.010	75.05
		N31/N4	IPE-600 (IPE)	0.300	0.005	36.50
		N32/N1	IPE-600 (IPE)	0.300	0.005	36.50
		N2/N33	IPE-600 (IPE)	0.300	0.005	36.50
		N3/N34	IPE-600 (IPE)	0.300	0.005	36.50

Notación:
Ni: Nudo inicial Nf:
Nudo final

- Resumen de medición

Anexo VI

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			IPE-600	9.200			0.143			1119.41		
			IPE-180	9.509			0.023			178.41		
			IPE-140	10.000			0.016			128.74		
			IPE-220	6.587			0.022			172.70		
			IPE-80	6.414			0.005			38.47		
			IPE-300	5.400			0.029			228.06		
			IPE-330	5.400			0.034			265.36		
			IPE-120	3.000			0.004			31.09		
		IPE			55.511			0.275			2162.24	
Acero laminado	S275					55.511			0.275			2162.24

- Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
IPE	IPE-600	2.056	9.200	18.915
	IPE-180	0.713	9.509	6.784
	IPE-140	0.563	10.000	5.626
	IPE-220	0.868	6.587	5.719
	IPE-80	0.336	6.414	2.158
	IPE-300	1.186	5.400	6.403
	IPE-330	1.285	5.400	6.939
	IPE-120	0.487	3.000	1.462
			Total	**54.006**

- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t) Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t) Mt: Momento torsor (t·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m) Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos: G:

Sólo gravitatorias
GV: Gravitatorias + viento GS:
Gravitatorias + sismo
GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Anexo VI

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N24	65.69	0.000	-1.120	-5.103	0.503	0.883	-0.372	-0.757	G	Cumple
N24/N26	15.32	0.000	-1.127	0.000	-0.246	0.000	-0.644	1.769	G	Cumple
N26/N2	65.69	0.000	-1.120	5.103	-0.585	-0.883	-0.644	1.795	G	Cumple
N4/N23	28.23	0.000	-1.539	5.103	-1.181	0.380	-0.447	0.535	G	Cumple
N23/N25	25.85	1.500	-1.532	0.000	0.000	0.000	0.308	-1.981	G	Cumple
N25/N3	28.23	0.000	-1.539	-5.103	1.099	-0.380	0.123	-2.017	G	Cumple
N5/N28	45.93	0.500	-0.263	-0.426	-2.738	0.013	1.358	0.137	G	Cumple
N28/N30	91.09	1.500	-0.280	0.000	0.000	0.000	3.424	0.124	G	Cumple
N30/N6	45.93	0.000	-0.263	0.426	2.738	-0.013	1.358	0.137	G	Cumple
N4/N8	85.41	2.500	-3.229	-0.126	0.426	0.001	-0.020	0.210	G	Cumple
N3/N7	85.41	2.500	-3.229	0.126	0.426	-0.001	-0.020	-0.210	G	Cumple
N10/N9	9.13	2.000	0.120	0.000	0.000	0.000	0.545	-0.029	G	Cumple
N12/N11	21.22	0.000	-1.185	0.009	-0.059	0.000	-0.069	0.007	G	Cumple
N11/N10	20.25	0.000	0.000	0.120	-0.545	0.001	-0.095	-0.007	G	Cumple
N5/N11	54.52	0.000	0.965	0.111	0.133	0.001	0.022	0.071	G	Cumple
N1/N12	99.04	0.000	-4.257	-0.143	-0.426	0.001	-1.558	-0.119	G	Cumple
N12/N5	67.86	0.000	-3.532	-0.152	-1.391	-0.005	-0.617	0.171	G	Cumple
N14/N13	21.22	0.000	-1.185	-0.009	-0.059	0.000	-0.069	-0.007	G	Cumple
N2/N14	99.04	0.000	-4.257	0.143	-0.426	-0.001	-1.558	0.119	G	Cumple
N14/N6	67.86	0.000	-3.532	0.152	-1.391	0.005	-0.617	-0.171	G	Cumple
N6/N13	54.52	0.000	0.965	-0.111	0.133	-0.001	0.022	-0.071	G	Cumple
N13/N9	20.25	0.000	0.000	-0.120	-0.545	-0.001	-0.095	0.007	G	Cumple
N15/N1	91.06	1.293	-6.434	1.263	-1.907	0.000	2.441	-0.795	G	Cumple
N16/N2	91.06	1.293	-6.434	-1.263	-1.907	0.000	2.441	0.795	G	Cumple
N15/N16	11.24	2.000	0.327	0.000	0.000	0.000	0.351	0.295	G	Cumple
N17/N15	98.29	0.000	-0.936	-5.528	-4.003	-0.054	-2.292	-2.777	G	Cumple
N16/N18	98.29	0.700	-0.936	5.528	4.003	0.054	-2.292	-2.777	G	Cumple
N19/N4	95.03	0.755	-7.075	-1.666	-0.889	0.000	0.664	0.631	G	Cumple
N19/N20	11.15	2.000	0.432	0.000	0.000	0.000	0.405	-0.364	G	Cumple
N20/N3	95.03	0.755	-7.075	1.666	-0.889	0.000	0.664	-0.631	G	Cumple
N20/N21	86.73	0.700	-1.234	-5.528	4.701	-0.013	-2.671	2.975	G	Cumple
N22/N19	86.73	0.000	-1.234	5.528	-4.701	0.013	-2.671	2.975	G	Cumple
N23/N24	76.72	1.500	-5.103	-0.007	-0.831	0.000	0.883	-0.025	G	Cumple
N25/N26	76.72	1.500	-5.103	0.007	-0.831	0.000	0.883	0.025	G	Cumple
N27/N28	35.98	0.000	-0.426	-0.017	-0.029	0.000	-0.020	-0.038	G	Cumple
N29/N30	35.98	0.000	-0.426	0.017	-0.029	0.000	-0.020	0.038	G	Cumple
N8/N27	50.46	0.500	-0.126	0.426	-2.429	0.020	1.204	-0.212	G	Cumple
N27/N29	86.85	1.500	-0.109	0.000	0.000	0.000	3.005	-0.174	G	Cumple
N29/N7	50.46	0.000	-0.126	-0.426	2.429	-0.020	1.204	-0.212	G	Cumple
N31/N4	0.05	0.300	0.000	0.000	0.049	0.000	-0.007	0.000	G	Cumple
N32/N1	0.05	0.300	0.000	0.000	0.049	0.000	-0.007	0.000	G	Cumple
N2/N33	0.05	0.000	0.000	0.000	-0.049	0.000	-0.007	0.000	G	Cumple
N3/N34	0.05	0.000	0.000	0.000	-0.049	0.000	-0.007	0.000	G	Cumple

- Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	2.000 2.000	3.29 L/(>1000)	2.000 2.000	0.03 L/(>1000)	2.000 2.000	2.28 L/(>1000)	2.000 2.000	0.04 L/(>1000)
N4/N3	2.000 2.000	3.69 L/(>1000)	2.000 2.000	0.03 L/(>1000)	2.000 2.000	2.56 L/(>1000)	2.000 2.000	0.00 L/(>1000)
N5/N6	2.000 2.000	7.53 L/531.1	2.000 2.000	13.86 L/288.5	2.000 2.000	6.74 L/593.1	2.000 2.000	11.70 L/341.9
N4/N8	1.667 1.667	3.39 L/738.4	1.042 1.042	2.39 L/(>1000)	1.667 1.667	3.32 L/754.2	1.042 1.042	2.16 L/(>1000)
N3/N7	1.667 1.667	3.39 L/738.4	1.042 1.042	2.39 L/(>1000)	1.667 1.667	3.32 L/754.2	1.042 1.042	2.16 L/(>1000)
N10/N9	2.000 2.000	0.87 L/(>1000)	2.000 2.000	1.18 L/(>1000)	2.000 2.000	0.79 L/(>1000)	2.000 2.000	0.00 L/(>1000)
N12/N11	0.416 0.416	0.09 L/(>1000)	0.416 0.416	0.17 L/(>1000)	0.416 0.416	0.07 L/(>1000)	0.208 0.208	0.02 L/(>1000)
N11/N10	0.088 0.088	0.03 L/(>1000)	0.088 0.088	0.01 L/(>1000)	0.088 0.088	0.02 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N5/N11	0.350 0.350	0.73 L/961.2	0.350 0.350	0.07 L/(>1000)	0.350 0.350	0.65 L/(>1000)	0.175 0.175	0.00 L/(>1000)
N1/N12	1.435 1.435	1.48 L/(>1000)	1.025 1.025	3.58 L/573.4	1.435 1.435	1.25 L/(>1000)	0.820 0.820	1.76 L/(>1000)
N12/N5	0.225 0.225	0.37 L/(>1000)	0.225 0.225	0.05 L/(>1000)	0.225 0.225	0.31 L/(>1000)	0.225 0.225	0.01 L/(>1000)
N14/N13	0.416 0.416	0.09 L/(>1000)	0.416 0.416	0.17 L/(>1000)	0.416 0.416	0.07 L/(>1000)	0.208 0.208	0.02 L/(>1000)
N2/N6	1.640 1.640	3.91 L/638.8	1.230 1.230	4.86 L/514.2	1.640 1.640	3.30 L/757.1	1.025 1.025	2.26 L/(>1000)
N6/N9	0.350 0.350	0.87 L/(>1000)	0.525 0.525	0.18 L/(>1000)	0.350 0.350	0.78 L/(>1000)	0.525 0.525	0.01 L/(>1000)
N15/N1	0.216 0.216	0.37 L/(>1000)	0.647 0.647	0.29 L/(>1000)	0.216 0.216	0.26 L/(>1000)	0.647 0.647	0.18 L/(>1000)
N16/N2	0.216 0.216	0.37 L/(>1000)	0.647 0.647	0.29 L/(>1000)	0.216 0.216	0.26 L/(>1000)	0.647 0.647	0.18 L/(>1000)
N15/N16	2.000 2.000	3.13 L/(>1000)	2.000 2.000	0.27 L/(>1000)	2.000 2.000	2.23 L/(>1000)	2.000 2.000	0.14 L/(>1000)
N17/N15	0.175 0.175	0.28 L/(>1000)	0.350 0.350	0.02 L/(>1000)	0.175 0.175	0.20 L/(>1000)	0.350 0.350	0.01 L/(>1000)
N16/N18	0.525 0.525	0.28 L/(>1000)	0.350 0.350	0.02 L/(>1000)	0.525 0.525	0.20 L/(>1000)	0.350 0.350	0.01 L/(>1000)
N19/N4	0.566 0.566	0.18 L/(>1000)	0.377 0.377	0.05 L/(>1000)	0.189 0.189	0.13 L/(>1000)	0.377 0.377	0.06 L/(>1000)
N19/N20	2.000 2.000	2.96 L/(>1000)	2.000 2.000	0.21 L/(>1000)	2.000 2.000	2.11 L/(>1000)	2.000 2.000	0.14 L/(>1000)
N20/N3	0.566 0.566	0.18 L/(>1000)	0.377 0.377	0.05 L/(>1000)	0.189 0.189	0.13 L/(>1000)	0.377 0.377	0.06 L/(>1000)
N20/N21	0.350 0.350	0.26 L/(>1000)	0.350 0.350	0.02 L/(>1000)	0.350 0.350	0.18 L/(>1000)	0.350 0.350	0.01 L/(>1000)

N22/N19	0.350 0.350	0.26 L/(>1000)	0.350 0.350	0.02 L/(>1000)	0.350 0.350	0.18 L/(>1000)	0.350 0.350	0.01 L/(>1000)

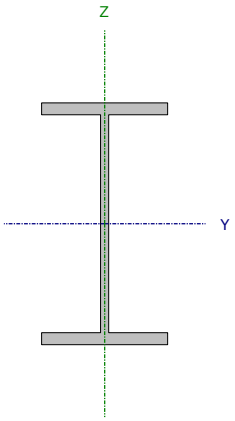
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N23/N24	0.750 0.750	1.00 L/(>1000)	0.938 0.938	0.82 L/(>1000)	0.750 0.750	0.69 L/(>1000)	0.938 0.938	0.56 L/(>1000)
N25/N26	0.750 0.750	1.00 L/(>1000)	0.938 0.938	0.82 L/(>1000)	0.750 0.750	0.69 L/(>1000)	0.938 0.938	0.56 L/(>1000)
N27/N28	0.750 0.750	2.62 L/573.3	0.375 0.375	0.04 L/(>1000)	0.750 0.750	2.34 L/640.6	0.375 0.375	0.03 L/(>1000)
N29/N30	0.750 0.750	2.62 L/573.3	0.375 0.375	0.04 L/(>1000)	0.750 0.750	2.34 L/640.6	0.375 0.375	0.03 L/(>1000)
N8/N7	2.000 2.000	10.75 L/372.2	2.000 2.000	12.02 L/332.9	2.000 2.000	9.62 L/416.0	2.000 2.000	11.78 L/339.6
N31/N4	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.150 0.150	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N32/N1	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.150 0.150	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N2/N33	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.150 0.150	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N3/N34	0.150 -	0.00 L/(>1000)	0.150 0.150	0.00 L/(>1000)	0.150 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)

3 - Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N2/N14

Perfil: IPE-140
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N2	N14	2.050	16.40	541.00	44.90	2.63

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	2.050	2.050	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Anexo VI

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

↓Z : 1.43

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 16.40 cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: 2803.26 kp/cm²

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: 22.573 t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 271.982 t

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 22.573 t

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 541.00 cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 44.90 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 2.63 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 1981.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 825688 kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: 2.050 m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: 2.050 m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: 0.000 m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: 5.98 cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$\mathbf{i_y}$: 5.74 cm

$\mathbf{i_z}$: 1.65 cm

y_0, z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

26.85 < 248.60

Donde:

h_w: Altura del alma. — **h_w** : *126.20* mm

t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *4.70* mm

A_w: Área del alma. — **A_w** : *5.93* cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. — **$A_{fc,ef}$** : *5.04* cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*

E: Módulo de elasticidad. — **E** : *2140673* kp/cm²

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2803.26* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.097***

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.262***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : *4.257* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *43.784* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

Anexo VI

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *16.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: *16.220* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *16.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M1}** : *1.05*

ζ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

ζ_y : *0.95*

ζ_z : *0.37*

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\exists_y$: *0.61*

$\exists_z$: *1.73*

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : *0.21*

α_z : *0.34*

↓Z: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\downarrow Z_y$: *0.41*

$\downarrow Z_z$: *1.43*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como

el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *22.573* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *271.982* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *22.573* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.660***

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *1.558* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *2.360* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *88.40* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.343**

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : 0.175 t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 0.509 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : 19.08 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : *0.042*

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.426* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *10.142* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *6.58* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *140.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *4.70* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

26.85 < **64.71**

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *26.85*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

σ: Factor de reducción. **σ** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : *0.009*

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.143* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *16.136* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *10.47* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *16.40* cm²

d: Altura del alma. **d** : *126.20* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *4.70* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.426 ≤ 5.071

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.426* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *10.142* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.143 ≤ 8.068

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.143* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *16.136* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

ψ : ***0.990*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.968*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.986*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *4.257* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: - *1.558* t·m

$\mathbf{M_{z,Ed}}$: + *0.119* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *43.784* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *2.360* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *0.509* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *16.40* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *88.40* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *19.08* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

Anexo VI

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_y}$: *1.02*

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_z}$: *1.37*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

ζ_y, ζ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

ζ_y : *0.95*

ζ_z : *0.37*

$\downarrow Z_y$, $\downarrow Z_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\downarrow Z_y$: *0.41*

$\downarrow Z_z$: *1.43*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*

α_z : *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$$\mathbf{V_{Ed,y}} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

0.143 ≤ 8.038

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: *0.143* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *16.076* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.009**

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.001* t·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: *0.059* t·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *3.81* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8) Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.042**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.426* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : *0.001* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: *10.104* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : *10.142* t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : *14.39* kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *3.81* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8) Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.009**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.143 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.001 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 16.076 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 16.136 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 14.39 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 3.81 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

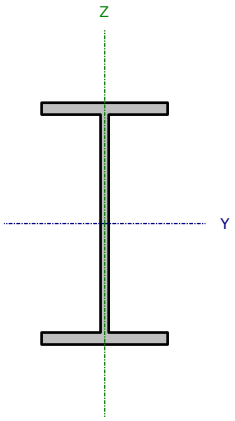
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Anexo VI

Barra N1/N12

Perfil: IPE-140
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N1	N12	2.050	16.40	541.00	44.90	2.63

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	2.050	2.050	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

↓Z : *1.43*

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *16.40* cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: *22.573* t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: *271.982* t

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: *22.573* t

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: *541.00* cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: *44.90* cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: *2.63* cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: *1981.00* cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *825688* kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: *2.050* m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: *2.050* m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: *0.000* m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: *5.98* cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$\mathbf{i_y}$: *5.74* cm

$\mathbf{i_z}$: *1.65* cm

y_0, z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

26.85 < 248.60

Donde:

h_w: Altura del alma. — **h_w** : *126.20* mm

t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *4.70* mm

A_w: Área del alma. — **A_w** : *5.93* cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. — **$A_{fc,ef}$** : *5.04* cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*

E: Módulo de elasticidad. — **E** : *2140673* kp/cm²

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2803.26* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.097***

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.262***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : *4.257* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *43.784* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *1*

Anexo VI

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *16.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. 7_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 16.220 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 16.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. 7_{M1} : 1.05

ζ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

ζ_y : 0.95

ζ_z : 0.37

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\exists_y$: 0.61

$\exists_z$: 1.73

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

α_z : 0.34

↓Z: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\downarrow Z_y$: 0.41

$\downarrow Z_z$: 1.43

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como

el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 22.573 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 271.982 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 22.573 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.660**

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : 1.558 t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 2.360 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : 88.40 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.343**

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : 0.175 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 0.509 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : 19.08 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.042**

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.426* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *10.142* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *6.58* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *140.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *4.70* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

26.85 < **64.71**

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *26.85*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

σ: Factor de reducción. **σ** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

Ψ : *0.009*

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.143* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *16.136* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *10.47* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *16.40* cm²

d: Altura del alma. **d** : *126.20* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *4.70* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.426 ≤ 5.071

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.426* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *10.142* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.143 ≤ 8.068

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.143* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *16.136* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

ψ : ***0.990*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.968*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.986*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *4.257* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: *1.558* t·m

$\mathbf{M_{z,Ed}}$: *0.119* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *43.784* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *2.360* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *0.509* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *16.40* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *88.40* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *19.08* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

Anexo VI

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_y}$: *1.02*

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_z}$: *1.37*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

ζ_y, ζ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

ζ_y : *0.95*

ζ_z : *0.37*

$\downarrow Z_y$, $\downarrow Z_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\downarrow Z_y$: *0.41*

$\downarrow Z_z$: *1.43*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*

α_z : *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$$\mathbf{V_{Ed,y}} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

0.143 ≤ 8.038

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: *0.143* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *16.076* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.009**

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : 0.001 t·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: 0.059 t·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 3.81 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8) Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.042**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.426 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : 0.001 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 10.104 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : 10.142 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : 14.39 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 3.81 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8) Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.009**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.143 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.001 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 16.076 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 16.136 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 14.39 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 3.81 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

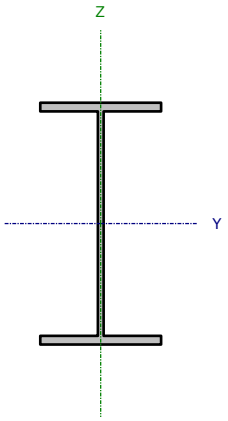
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Anexo VI

Barra N17/N15

Perfil: IPE-300
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N17	N15	0.700	53.80	8360.00	604.00	20.10

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.700	0.700	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

↓Z : 0.24

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. — **A_{ef}** : 52.70 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — **f_y** : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — **N_{cr}** : 2604.299 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — **$N_{cr,y}$** : 36046.262 t

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — **$N_{cr,z}$** : 2604.299 t

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — **$N_{cr,T}$** : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. — **I_y** : 8360.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — **I_z** : 604.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — **I_t** : 20.10 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. — **I_w** : 125900.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. — **E** : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. — **G** : 825688 kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. — **L_{ky}** : 0.700 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. — **L_{kz}** : 0.700 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. — **L_{kt}** : 0.000 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. — **i_0** : 12.91 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 12.47 cm

i_z : 3.35 cm

y_0, z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

39.24 < 254.33

Donde:

h_w: Altura del alma. — **h_w** : *278.60* mm

t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *7.10* mm

A_w: Área del alma. — **A_w** : *19.78* cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. — **$A_{fc,ef}$** : *16.05* cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*

E: Módulo de elasticidad. — **E** : *2140673* kp/cm²

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2803.26* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.007***

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.007***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : *0.936* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *140.687* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *4*

Anexo VI

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef}** : *52.70* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 138.779 t

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. A_{ef} : 52.70 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

ζ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

ζ_y : 1.00

ζ_z : 0.99

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\exists_y$: 0.49

$\exists_z$: 0.53

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

α_z : 0.34

↓Z: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

↓Z_y : 0.06

↓Z_z : 0.24

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido

como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 2604.299 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 36046.262 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 2604.299 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.137**

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : 2.292 t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 16.766 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : 628.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.840***

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *2.777* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *3.307* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *123.89* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.122***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *4.003* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *32.832* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *21.30* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *300.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.10* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

39.24 < **64.71**

Donde:

Z_w: Esbeltez del alma. **Z_w** : *39.24*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$Z_{máx}$: Esbeltez máxima. **$Z_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

σ: Factor de reducción. **σ** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.105***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *5.528* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *52.437* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *34.02* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *53.80* cm²

d: Altura del alma. **d** : *278.60* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.10* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

4.003 ≤ 16.416

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *4.003* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *32.832* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

5.528 ≤ 26.219

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *5.528* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *52.437* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

ψ : ***0.983*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.647*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.928*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *0.936* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: *2.292* t·m

$\mathbf{M_{z,Ed}}$: *2.777* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *143.634* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *16.766* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *3.307* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *53.80* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *628.00* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *123.89* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

Anexo VI

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_y}$: *1.00*

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_z}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

ζ_y, ζ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

ζ_y : *1.00*

ζ_z : *0.99*

$\downarrow Z_y$, $\downarrow Z_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\downarrow Z_y$: *0.06*

$\downarrow Z_z$: *0.24*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*

α_z : *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$$\mathbf{V_{Ed,y}} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

5.528 ≤ 24.192

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *5.528* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *48.384* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.186**

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : 0.054 t·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: 0.290 t·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 18.79 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8) Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.132**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 4.003 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : 0.054 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 30.294 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : 32.832 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : 286.35 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 18.79 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8) Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.114**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 5.528 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.054 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 48.384 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 52.437 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 286.35 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 18.79 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

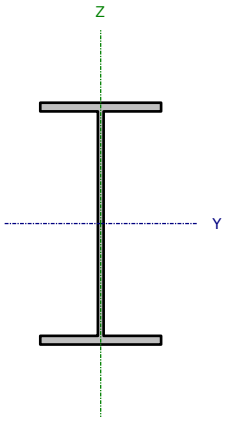
Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Barra N16/N18

Perfil: IPE-300
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y [1] (cm4)	I_z [1] (cm4)	I_t [2] (cm4)
N16	N18	0.700	53.80	8360.00	604.00	20.10

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.700	0.700	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

↓Z : 0.24

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. — A_{ef} : 52.70 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. — N_{cr} : 2604.299 t

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: 36046.262 t

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: 2604.299 t

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. — I_y : 8360.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — I_z : 604.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — I_t : 20.10 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. — I_w : 125900.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. — **E** : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. — **G** : 825688 kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. — L_{ky} : 0.700 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. — L_{kz} : 0.700 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. — L_{kt} : 0.000 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. — i_0 : 12.91 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 12.47 cm

i_z : 3.35 cm

y_0, z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

39.24 < 254.33

Donde:

h_w: Altura del alma. — **h_w** : *278.60* mm

t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *7.10* mm

A_w: Área del alma. — **A_w** : *19.78* cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. — **$A_{fc,ef}$** : *16.05* cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*

E: Módulo de elasticidad. — **E** : *2140673* kp/cm²

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2803.26* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.007***

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.007***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : *0.936* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *140.687* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *4*

Anexo VI

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. **A_{ef}** : *52.70* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 138.779 t

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4. A_{ef} : 52.70 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

ζ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

ζ_y : 1.00

ζ_z : 0.99

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

Ξ_y : 0.49

Ξ_z : 0.53

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

α_z : 0.34

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}_y$: 0.06

$\bar{\lambda}_z$: 0.24

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido

como el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 2604.299 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 36046.262 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 2604.299 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.137***

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *2.292* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *16.766* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *628.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

Ψ : **0.840**

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *2.777* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *3.307* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *123.89* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.122***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *4.003* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *32.832* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *21.30* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *300.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.10* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

39.24 < **64.71**

Donde:

Z_w: Esbeltez del alma. **Z_w** : *39.24*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$Z_{máx}$: Esbeltez máxima. **$Z_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

σ: Factor de reducción. **σ** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

Ψ : *0.105*

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *5.528* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *52.437* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *34.02* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *53.80* cm²

d: Altura del alma. **d** : *278.60* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *7.10* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

3.963 ≤ 16.416

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *3.963* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *32.832* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

5.528 ≤ 26.219

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *5.528* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *52.437* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

ψ : ***0.983*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.647*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.928*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *0.936* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: *2.292* t·m

$\mathbf{M_{z,Ed}}$: *2.777* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *143.634* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *16.766* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *3.307* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *53.80* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *628.00* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *123.89* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

Anexo VI

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_y}$: *1.00*

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_z}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*

$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

ζ_y, ζ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

ζ_y : *1.00*

ζ_z : *0.99*

$\downarrow Z_y$, $\downarrow Z_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\downarrow Z_y$: *0.06*

$\downarrow Z_z$: *0.24*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*

α_z : *0.60*

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$$\mathbf{V_{Ed,y}} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

5.528 ≤ 24.192

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: *5.528* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *48.384* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

Ψ : **0.186**

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : 0.054 t·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: 0.290 t·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 18.79 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8) Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

Ψ : **0.132**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 4.003 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **$M_{T,Ed}$** : 0.054 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 30.294 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{pl,Rd}$** : 32.832 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. **$\tau_{T,Ed}$** : 286.35 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 18.79 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8) Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.114**

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 5.528 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.054 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 48.384 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 52.437 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 286.35 kp/cm²

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 18.79 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

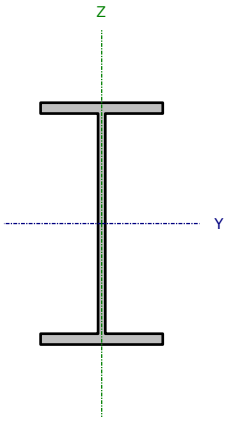
Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Barra N20/N3

Perfil: IPE-180
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N20	N3	0.755	23.90	1320.00	101.00	5.06

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.755	0.755	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

↓Z : 0.42

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 23.90 cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: 2803.26 kp/cm²

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: 374.629 t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 4896.142 t

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 374.629 t

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 1320.00 cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 101.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 5.06 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 7431.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 825688 kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: 0.755 m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: 0.755 m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: 0.000 m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: 7.71 cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$\mathbf{i_y}$: 7.43 cm

$\mathbf{i_z}$: 2.06 cm

y_0, z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

30.94 < 250.32

Donde:

h_w: Altura del alma. — **h_w** : 164.00 mm

t_w: Espesor del alma. — **t_w** : 5.30 mm

A_w: Área del alma. — **A_w** : 8.69 cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. — **$A_{fc,ef}$** : 7.28 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : 0.30

E: Módulo de elasticidad. — **E** : 2140673 kp/cm²

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : 2803.26 kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.111**

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.121**

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : 7.085 t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 63.808 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : 2

Anexo VI

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *23.90* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. 7_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 58.504 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 23.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. 7_{M1} : 1.05

ζ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

ζ_y : 1.00

ζ_z : 0.92

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\exists_y$: 0.50

$\exists_z$: 0.63

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.21

α_z : 0.34

↓Z: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\downarrow Z_y$: 0.12

$\downarrow Z_z$: 0.42

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como

el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 374.629 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 4896.142 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 374.629 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.156***

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.693* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·G.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.071* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *4.443* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *166.40* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

Ψ : **0.690**

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.631* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *0.915* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *34.28* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

Ψ : *0.064*

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.940* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *14.705* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *9.54* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *180.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.30* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

30.94 < **64.71**

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *30.94*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

σ: Factor de reducción. **σ** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.071***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.666* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *23.442* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *15.21* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *23.90* cm²

d: Altura del alma. **d** : *164.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.30* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.940 ≤ 7.352

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.940* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *14.705* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

1.666 ≤ 11.721

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.666* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *23.442* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

ψ : ***0.950*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.687*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.921*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *7.075* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: + *0.664* t·m

$\mathbf{M_{z,Ed}}$: - *0.631* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *63.808* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *4.443* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *0.915* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *23.90* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *166.40* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *34.28* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

Anexo VI

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_y}$: *1.00*

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_z}$: *1.03*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*
$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

ζ_y, ζ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

ζ_y : *1.00*
ζ_z : *0.92*

$\downarrow Z_y$, $\downarrow Z_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\downarrow Z_y$: *0.12*
$\downarrow Z_z$: *0.42*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*
α_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$$\mathbf{V_{Ed,y}} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

1.666 ≤ 11.721

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *1.666* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *23.442* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

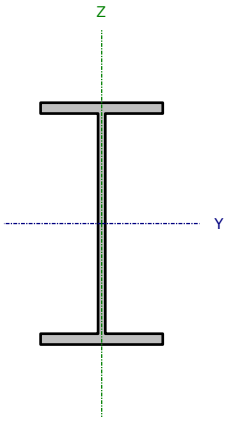
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N19/N4

Perfil: IPE-180
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N19	N4	0.755	23.90	1320.00	101.00	5.06

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.755	0.755	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

↓Z : 0.42

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 23.90 cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: 2803.26 kp/cm²

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: 374.629 t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 4896.142 t

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 374.629 t

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 1320.00 cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 101.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 5.06 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 7431.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 825688 kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: 0.755 m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: 0.755 m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: 0.000 m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: 7.71 cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $\mathbf{i_y}$: 7.43 cm

$\mathbf{i_z}$: 2.06 cm

y_0, z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \le k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

30.94 < 250.32

Donde:

h_w: Altura del alma. — **h_w** : 164.00 mm

t_w: Espesor del alma. — **t_w** : 5.30 mm

A_w: Área del alma. — **A_w** : 8.69 cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. — **$A_{fc,ef}$** : 7.28 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : 0.30

E: Módulo de elasticidad. — **E** : 2140673 kp/cm²

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : 2803.26 kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \le 1$$

ψ : **0.111**

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \le 1$$

ψ : **0.121**

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : 7.085 t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 63.808 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : 2

Anexo VI

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *23.90* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. 7_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 58.504 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 23.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. 7_{M1} : 1.05

ζ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

ζ_y : 1.00

ζ_z : 0.92

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\exists_y$: 0.50

$\exists_z$: 0.63

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.21

α_z : 0.34

↓Z: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\downarrow Z_y$: 0.12

$\downarrow Z_z$: 0.42

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como

el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 374.629 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 4896.142 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 374.629 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.156**

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.693* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·G.

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.071* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *4.443* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *166.40* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.690**

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : 0.631 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 0.915 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : 34.28 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : *0.064*

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.940* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *14.705* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *9.54* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *180.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.30* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

30.94 < **64.71**

Donde:

Z_w: Esbeltez del alma. **Z_w** : *30.94*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$Z_{máx}$: Esbeltez máxima. **$Z_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

σ: Factor de reducción. **σ** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : *0.071*

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.666* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *23.442* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *15.21* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *23.90* cm²

d: Altura del alma. **d** : *164.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.30* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.940 ≤ 7.352

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *0.940* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *14.705* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

1.666 ≤ 11.721

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.666* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *23.442* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

ψ : ***0.950*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.687*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.921*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *7.075* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: + *0.664* t·m

$\mathbf{M_{z,Ed}}$: + *0.631* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *63.808* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *4.443* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *0.915* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *23.90* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *166.40* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *34.28* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

Anexo VI

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_y}$: *1.00*

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_z}$: *1.03*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*
$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

ζ_y, ζ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

ζ_y : *1.00*
ζ_z : *0.92*

$\downarrow Z_y$, $\downarrow Z_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\downarrow Z_y$: *0.12*
$\downarrow Z_z$: *0.42*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*
α_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$$\mathbf{V_{Ed,y}} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

1.666 ≤ 11.721

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *1.666* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *23.442* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

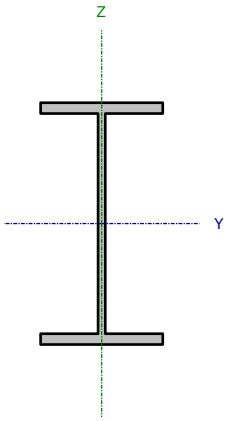
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N28/N30

Perfil: IPE-180
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N28	N30	3.000	23.90	1320.00	101.00	5.06

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

↓Z : 1.68

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 23.90 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 23.710 t

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 309.871 t

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 23.710 t

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1320.00 cm4

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 101.00 cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 5.06 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. I_w : 7431.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 825688 kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 3.000 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 3.000 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : 7.71 cm

$$i_0 = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 7.43 cm

i_z : 2.06 cm

y_0, z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

30.94 < 250.32

Donde:

h_w: Altura del alma. — **h_w** : *164.00* mm

t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *5.30* mm

A_w: Área del alma. — **A_w** : *8.69* cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. — **$A_{fc,ef}$** : *7.28* cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*

E: Módulo de elasticidad. — **E** : *2140673* kp/cm²

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2803.26* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.004***

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.015***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : *0.280* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *63.808* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *2*

Anexo VI

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *23.90* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: *18.084* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *23.90* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

ζ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

ζ_y : *0.93*

ζ_z : *0.28*

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

Ξ_y : *0.64*

Ξ_z : *2.16*

α: Coeficiente de imperfección elástica. **α_y** : *0.21*

α_z : *0.34*

$\downarrow Z$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\downarrow Z_y$: *0.46*

$\downarrow Z_z$: *1.68*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como

el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *23.710* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *309.871* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *23.710* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.771***

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\overset{+}{M}_{Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+}: *3.424* t·m

Para flexión negativa:

$\overset{-}{M}_{Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-}: *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *4.443* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *166.40* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Anexo VI

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.136**

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.124* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *0.915* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *34.28* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : *0.187*

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.755* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *14.705* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *9.54* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *180.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.30* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

30.94 < **64.71**

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *30.94*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

σ: Factor de reducción. **σ** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.755 ≤ 7.352

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *2.755* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *14.705* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

ψ : ***0.911*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.860*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.617*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *0.280* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: + *3.424* t·m

$\mathbf{M_{z,Ed}}$: + *0.124* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *63.808* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *4.443* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *0.915* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Anexo VI

A: Área de la sección bruta. **A** : *23.90* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: 166.40 cm³
$\mathbf{W_{pl,z}}$: 34.28 cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$\mathbf{f_{yd}}$: 2669.77 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$\mathbf{f_y}$: 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_y}$: 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_z}$: 1.02

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: 1.00
$\mathbf{C_{m,z}}$: 1.00

ζ_y, ζ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

ζ_y : 0.93
ζ_z : 0.28

$\downarrow Z_y$, $\downarrow Z_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\downarrow Z_y$: 0.46
$\downarrow Z_z$: 1.68

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : 0.60
α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

2.755 ≤ 7.352

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: 2.755 t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: 14.705 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

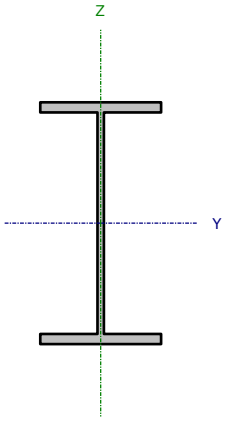
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N16/N2

Perfil: IPE-220
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N16	N2	1.293	33.40	2770.00	205.00	9.15

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.293	1.293	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

↓Z : 0.60

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 33.40 cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: 2803.26 kp/cm²

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: 258.901 t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 3498.322 t

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 258.901 t

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 2770.00 cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 205.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 9.15 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 22670.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 825688 kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: 1.293 m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: 1.293 m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: 0.000 m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: 9.44 cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$\mathbf{i_y}$: 9.11 cm

$\mathbf{i_z}$: 2.48 cm

y_0, z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

34.17 < 248.36

Donde:

h_w: Altura del alma. — **h_w** : 201.60 mm

t_w: Espesor del alma. — **t_w** : 5.90 mm

A_w: Área del alma. — **A_w** : 11.89 cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. — **$A_{fc,ef}$** : 10.12 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : 0.30

E: Módulo de elasticidad. — **E** : 2140673 kp/cm²

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : 2803.26 kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : 0.072

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

ψ : 0.086

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : 6.448 t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 89.170 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : 2

Anexo VI

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *33.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. 7_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 74.580 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 33.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. 7_{M1} : 1.05

ζ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

ζ_y : 1.00

ζ_z : 0.84

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\exists_y$: 0.51

$\exists_z$: 0.75

α: Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.21

α_z : 0.34

↓Z: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\downarrow Z_y$: 0.16

$\downarrow Z_z$: 0.60

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como

el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 258.901 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 3498.322 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 258.901 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.320**

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : 2.441 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 7.636 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : 286.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.547**

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : 0.839 t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: 1.533 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : 57.41 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.098***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.951* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *20.007* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *12.98* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *220.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.90* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

34.17 < **64.71**

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : *34.17*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

σ: Factor de reducción. **σ** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.038***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.263* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *33.149* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *21.51* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *33.40* cm²

d: Altura del alma. **d** : *201.60* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.90* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

1.951 ≤ 10.004

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.951* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *20.007* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

1.263 ≤ 16.574

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.263* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *33.149* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

ψ : ***0.911*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.719*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.824*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *6.434* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: + *2.441* t·m

$\mathbf{M_{z,Ed}}$: + *0.795* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *89.170* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *7.636* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *1.533* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *33.40* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *286.00* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *57.41* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

Anexo VI

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_y}$: *1.00*

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_z}$: *1.05*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*
$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

ζ_y, ζ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

ζ_y : *1.00*
ζ_z : *0.84*

$\downarrow Z_y$, $\downarrow Z_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\downarrow Z_y$: *0.16*
$\downarrow Z_z$: *0.60*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*
α_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$$\mathbf{V_{Ed,y}} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

1.263 ≤ 16.574

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *1.263* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *33.149* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

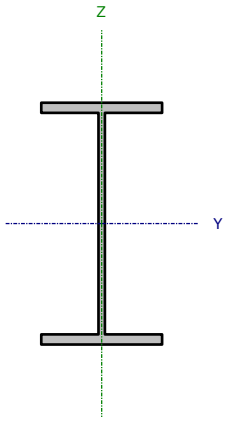
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N15/N1

Perfil: IPE-220
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N15	N1	1.293	33.40	2770.00	205.00	9.15

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.293	1.293	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

↓Z : 0.60

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 33.40 cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: 2803.26 kp/cm²

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: 258.901 t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 3498.322 t

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 258.901 t

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 2770.00 cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 205.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 9.15 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 22670.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 825688 kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: 1.293 m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: 1.293 m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: 0.000 m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: 9.44 cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$\mathbf{i_y}$: 9.11 cm

$\mathbf{i_z}$: 2.48 cm

y_0, z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

34.17 < 248.36

Donde:

h_w: Altura del alma. — **h_w** : 201.60 mm

t_w: Espesor del alma. — **t_w** : 5.90 mm

A_w: Área del alma. — **A_w** : 11.89 cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. — **$A_{fc,ef}$** : 10.12 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : 0.30

E: Módulo de elasticidad. — **E** : 2140673 kp/cm²

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : 2803.26 kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : 0.072

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

ψ : 0.086

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : 6.448 t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: 89.170 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : 2

Anexo VI

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *33.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **$N_{b,Rd}$** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: *74.580* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *33.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M1}** : *1.05*

ζ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

ζ_y : *1.00*

ζ_z : *0.84*

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\exists_y$: *0.51*

$\exists_z$: *0.75*

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : *0.21*

α_z : *0.34*

↓Z: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\downarrow Z_y$: *0.16*

$\downarrow Z_z$: *0.60*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como

el menor de los siguientes valores: **N_{cr}** : *258.901* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : *3498.322* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : *258.901* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.320***

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *2.441* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *7.636* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : *286.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.547**

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.839* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *1.533* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *57.41* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.098***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.951* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *20.007* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *12.98* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *220.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.90* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

34.17 < **64.71**

Donde:

Z_w: Esbeltez del alma. **Z_w** : *34.17*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$Z_{máx}$: Esbeltez máxima. **$Z_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

σ: Factor de reducción. **σ** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.038***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.263* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *33.149* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *21.51* cm²

$$A_V = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *33.40* cm²

d: Altura del alma. **d** : *201.60* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.90* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

1.951 ≤ 10.004

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *1.951* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **$V_{c,Rd}$** : *20.007* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

1.263 ≤ 16.574

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.263* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *33.149* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

ψ : ***0.911*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.719*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.824*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *6.434* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: + *2.441* t·m

$\mathbf{M_{z,Ed}}$: - *0.795* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *89.170* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *7.636* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *1.533* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : *33.40* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *286.00* cm³

$\mathbf{W_{pl,z}}$: *57.41* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

Anexo VI

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M1}** : *1.05*

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_y}$: *1.00*

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_z}$: *1.05*

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: *1.00*
$\mathbf{C_{m,z}}$: *1.00*

ζ_y, ζ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

ζ_y : *1.00*
ζ_z : *0.84*

$\downarrow Z_y$, $\downarrow Z_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\downarrow Z_y$: *0.16*
$\downarrow Z_z$: *0.60*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : *0.60*
α_z : *0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$$\mathbf{V_{Ed,y}} \leq \frac{V_{c,Rd,y}}{2}$$

1.263 ≤ 16.574

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,y}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,y}}$: *1.263* t

$\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,y}}$: *33.149* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

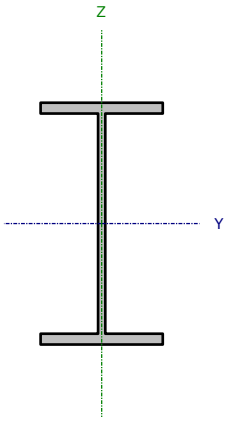
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N27/N29

Perfil: IPE-180
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N27	N29	3.000	23.90	1320.00	101.00	5.06

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	3.000	3.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

↓Z : 1.68

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 23.90 cm²

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: 2803.26 kp/cm²

$\mathbf{N_{cr}}$: Axil crítico de pandeo elástico. $\mathbf{N_{cr}}$: 23.710 t

El axil crítico de pandeo elástico $\mathbf{N_{cr}}$ es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $\mathbf{N_{cr,y}}$: 309.871 t

$$\mathbf{N_{cr,y}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $\mathbf{N_{cr,z}}$: 23.710 t

$$\mathbf{N_{cr,z}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $\mathbf{N_{cr,T}}$: ∞

$$\mathbf{N_{cr,T}} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

$\mathbf{I_y}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $\mathbf{I_y}$: 1320.00 cm4

$\mathbf{I_z}$: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $\mathbf{I_z}$: 101.00 cm4

$\mathbf{I_t}$: Momento de inercia a torsión uniforme. $\mathbf{I_t}$: 5.06 cm4

$\mathbf{I_w}$: Constante de alabeo de la sección. $\mathbf{I_w}$: 7431.00 cm6

E: Módulo de elasticidad. **E** : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 825688 kp/cm²

$\mathbf{L_{ky}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $\mathbf{L_{ky}}$: 3.000 m

$\mathbf{L_{kz}}$: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $\mathbf{L_{kz}}$: 3.000 m

$\mathbf{L_{kt}}$: Longitud efectiva de pandeo por torsión. $\mathbf{L_{kt}}$: 0.000 m

$\mathbf{i_0}$: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $\mathbf{i_0}$: 7.71 cm

$$\mathbf{i_0} = \left(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2\right)^{0.5}$$

Siendo:

$\mathbf{i_y}$, $\mathbf{i_z}$: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$\mathbf{i_y}$: 7.43 cm

$\mathbf{i_z}$: 2.06 cm

y_0, z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

30.94 < 250.32

Donde:

h_w: Altura del alma. — **h_w** : *164.00* mm

t_w: Espesor del alma. — **t_w** : *5.30* mm

A_w: Área del alma. — **A_w** : *8.69* cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. — **$A_{fc,ef}$** : *7.28* cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección. — **k** : *0.30*

E: Módulo de elasticidad. — **E** : *2140673* kp/cm²

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida. — **f_{yf}** : *2803.26* kp/cm²

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.002***

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.006***

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. — **$N_{c,Ed}$** : *0.109* t

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$: *63.808* t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. — **Clase** : *2*

Anexo VI

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *23.90* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. 7_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd}$: 18.084 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 23.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

7_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. 7_{M1} : 1.05

ζ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \left(\bar{\lambda}\right)^2}} \leq 1$$

ζ_y : 0.93

ζ_z : 0.28

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\bar{\lambda} - 0.2\right) + \left(\bar{\lambda}\right)^2\right]$$

$\exists_y$: 0.64

$\exists_z$: 2.16

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

α_z : 0.34

↓Z: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\downarrow Z_y$: 0.46

$\downarrow Z_z$: 1.68

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como

el menor de los siguientes valores: N_{cr} : 23.710 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 309.871 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 23.710 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.676*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\overset{+}{M}_{Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{+}: *3.005* t·m

Para flexión negativa:

$\overset{-}{M}_{Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^{-}: *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *4.443* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *166.40* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : ***0.190***

Para flexión positiva:

M_{Ed}^{+}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{+}** : *0.000* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

M_{Ed}^{-}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^{-}** : *0.174* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$: *0.915* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$** : *34.28* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

ψ : **0.163**

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : *2.400* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_V \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: *14.705* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *9.54* cm²

$$A_V = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *180.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.30* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *2669.77* kp/cm²

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

7_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **7_{M0}** : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

30.94 < **64.71**

Donde:

Z_w: Esbeltez del alma. **Z_w** : *30.94*

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$Z_{máx}$: Esbeltez máxima. **$Z_{máx}$** : *64.71*

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

σ: Factor de reducción. **σ** : *0.92*

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : *2803.26* kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

2.400 ≤ 7.352

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *2.400* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *14.705* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

ψ : ***0.869*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.794*** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

ψ : ***0.604*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.500 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *0.109* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: + *3.005* t·m

$\mathbf{M_{z,Ed}}$: - *0.174* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *63.808* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *4.443* t·m

$\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *0.915* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Anexo VI

A: Área de la sección bruta. **A** : *23.90* cm²

$\mathbf{W_{pl,y}}$, $\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: 166.40 cm³
$\mathbf{W_{pl,z}}$: 34.28 cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$\mathbf{f_{yd}}$: 2669.77 kp/cm²

$$\mathbf{f_{yd}} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$\mathbf{f_y}$: 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

$\mathbf{k_y}$, $\mathbf{k_z}$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} = 1 + \left(\bar{\lambda}_y - 0.2\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_y}$: 1.00

$$\mathbf{k_z} = 1 + \left(2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6\right) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$\mathbf{k_z}$: 1.01

$\mathbf{C_{m,y}}$, $\mathbf{C_{m,z}}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$\mathbf{C_{m,y}}$: 1.00
$\mathbf{C_{m,z}}$: 1.00

ζ_y, ζ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

ζ_y : 0.93
ζ_z : 0.28

$\downarrow Z_y$, $\downarrow Z_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\downarrow Z_y$: 0.46
$\downarrow Z_z$: 1.68

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : 0.60
α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1(A).

$$\mathbf{V_{Ed,z}} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

2.400 ≤ 7.352

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: 2.400 t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: 14.705 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.3.2.5.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N1/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.3	x: 0.5 m η = 0.7	x: 0.5 m η = 14.5	x: 0.5 m η = 0.5	η = 3.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.5 m η = 15.5	η < 0.1	η = 65.7	x: 0.5 m η = 0.8	η = 5.7	**CUMPLE η = 65.7**
N24/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.4	x: 0 m η = 0.7	η = 14.3	x: 0 m η = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 0 m η = 15.3	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 15.3**
N26/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.3	x: 0 m η = 0.7	x: 0 m η = 14.5	x: 0 m η = 0.5	η = 3.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 15.5	η < 0.1	η = 65.7	x: 0 m η = 0.8	η = 5.7	**CUMPLE η = 65.7**
N4/N23	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.4	x: 0 m η = 0.5	x: 0.5 m η = 16.3	x: 0 m η = 1.1	η = 3.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.5 m η = 26.0	η < 0.1	η = 28.2	x: 0 m η = 1.3	η = 4.5	**CUMPLE η = 28.2**
N23/N25	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.5	x: 1.5 m η = 0.4	η = 16.0	x: 0 m η = 0.2	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 1.5 m η = 25.8	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 25.8**
N25/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.4	x: 0.5 m η = 0.5	x: 0 m η = 16.3	x: 0.5 m η = 1.1	η = 3.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 26.0	η < 0.1	η = 28.2	x: 0.5 m η = 1.3	η = 4.5	**CUMPLE η = 28.2**
N5/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.4	x: 0.5 m η = 30.6	x: 0.5 m η = 14.9	x: 0 m η = 24.9	η = 1.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.5 m η = 45.9	η < 0.1	η = 13.7	x: 0 m η = 26.4	η = 1.9	**CUMPLE η = 45.9**
N28/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 1.5	x: 1.5 m η = 77.1	η = 13.6	x: 0 m η = 18.7	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 1.5 m η = 91.1	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 91.1**
N30/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.4	x: 0 m η = 30.6	x: 0 m η = 14.9	x: 0.5 m η = 24.9	η = 1.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 45.9	η < 0.1	η = 13.7	x: 0.5 m η = 26.4	η = 1.9	**CUMPLE η = 45.9**
N4/N8	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 28.0	x: 0 m η = 44.2	x: 2.5 m η = 41.3	η = 4.2	η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.5 m η = 85.4	η < 0.1	η = 1.5	η = 4.2	η = 0.8	**CUMPLE η = 85.4**
N3/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 28.0	x: 0 m η = 44.2	x: 2.5 m η = 41.3	η = 4.2	η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 2.5 m η = 85.4	η < 0.1	η = 1.5	η = 4.2	η = 0.8	**CUMPLE η = 85.4**
N10/N9	$\bar{\lambda} \leq 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 0.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 2 m η = 7.1	η = 1.9	x: 0 m η = 2.7	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 2 m η = 9.1	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 9.1**
N12/N11	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 8.9	x: 0 m η = 11.1	x: 0 m η = 4.3	x: 0 m η = 1.2	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 21.2	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 21.2**
N11/N10	N.P.(7)	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m η = 15.4	x: 0.175 m η = 18.6	x: 0 m η = 11.6	η = 1.6	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 20.2	x: 0 m η < 0.1	η = 6.8	x: 0 m η = 12.0	η = 1.6	**CUMPLE η = 20.2**
N5/N11	$\bar{\lambda} \leq 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 4.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0.7 m η = 11.7	x: 0 m η = 46.2	x: 0.7 m η = 3.0	η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 54.5	η < 0.1	η = 3.6	x: 0.7 m η = 3.0	η = 1.5	**CUMPLE η = 54.5**
N1/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 26.2	x: 0 m η = 66.0	x: 2.05 m η = 34.3	η = 4.2	η = 0.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 99.0	η < 0.1	η = 0.9	η = 4.2	η = 0.9	**CUMPLE η = 99.0**
N12/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 8.4	x: 0 m η = 26.1	x: 0.45 m η = 47.1	η = 13.7	η = 0.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 67.9	η < 0.1	η = 8.6	η = 14.2	η = 1.0	**CUMPLE η = 67.9**
N14/N13	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 8.9	x: 0 m η = 11.1	x: 0 m η = 4.3	x: 0 m η = 1.2	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 21.2	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 21.2**
N2/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 26.2	x: 0 m η = 66.0	x: 2.05 m η = 34.3	η = 4.2	η = 0.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 99.0	η < 0.1	η = 0.9	η = 4.2	η = 0.9	**CUMPLE η = 99.0**
N14/N6	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 8.4	x: 0 m η = 26.1	x: 0.45 m η = 47.1	η = 13.7	η = 0.9	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 67.9	η < 0.1	η = 8.6	η = 14.2	η = 1.0	**CUMPLE η = 67.9**
N6/N13	$\bar{\lambda} \leq 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 4.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0.7 m η = 11.7	x: 0 m η = 46.2	x: 0.7 m η = 3.0	η = 1.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 54.5	η < 0.1	η = 3.6	x: 0.7 m η = 3.0	η = 1.5	**CUMPLE η = 54.5**
N13/N9	N.P.(7)	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m η = 15.4	x: 0.175 m η = 18.6	x: 0 m η = 11.6	η = 1.6	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 20.2	x: 0 m η < 0.1	η = 6.8	x: 0 m η = 12.0	η = 1.6	**CUMPLE η = 20.2**
N15/N1	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 8.6	x: 1.29 m η = 32.0	x: 0 m η = 54.7	x: 0 m η = 9.8	η = 3.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.29 m η = 91.1	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 91.1**
N16/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 8.6	x: 1.29 m η = 32.0	x: 0 m η = 54.7	x: 0 m η = 9.8	η = 3.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.29 m η = 91.1	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 91.1**
N15/N16	$\bar{\lambda} \leq 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 0.2	N_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 2 m η = 2.1	η = 8.9	x: 0 m η = 0.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 2 m η = 11.2	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 11.2**
N17/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.7	x: 0 m η = 13.7	x: 0 m η = 84.0	x: 0 m η = 12.2	η = 10.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 98.3	η < 0.1	η = 18.6	x: 0 m η = 13.2	η = 11.4	**CUMPLE η = 98.3**
N16/N18	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.7	x: 0.7 m η = 13.7	x: 0.7 m η = 84.0	x: 0.7 m η = 12.2	η = 10.5	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.7 m η = 98.3	η < 0.1	η = 18.6	x: 0.7 m η = 13.2	η = 11.4	**CUMPLE η = 98.3**
N19/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 12.1	x: 0.755 m η = 15.6	x: 0.755 m η = 69.0	x: 0 m η = 6.4	η = 7.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.755 m η = 95.0	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 95.0**
N19/N20	$\bar{\lambda} \leq 3.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	η = 0.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 2 m η = 1.9	η = 9.0	x: 0 m η = 0.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 2 m η = 11.1	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 11.1**
N20/N3	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	x: 0 m η = 12.1	x: 0.755 m η = 15.6	x: 0.755 m η = 69.0	x: 0 m η = 6.4	η = 7.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.755 m η = 95.0	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 95.0**
N20/N21	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.8	x: 0.7 m η = 12.4	x: 0.7 m η = 73.5	x: 0.7 m η = 12.3	η = 9.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.7 m η = 86.7	η < 0.1	η = 3.7	x: 0.7 m η = 12.5	η = 9.2	**CUMPLE η = 86.7**
N22/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.8	x: 0 m η = 12.4	x: 0 m η = 73.5	x: 0 m η = 12.3	η = 9.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 86.7	η < 0.1	η = 3.7	x: 0 m η = 12.5	η = 9.2	**CUMPLE η = 86.7**
N23/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 30.0	x: 1.5 m η = 54.4	x: 0 m η = 10.0	x: 0 m η = 10.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.5 m η = 76.7	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 76.7**
N25/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 30.0	x: 1.5 m η = 54.4	x: 0 m η = 10.0	x: 0 m η = 10.5	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.5 m η = 76.7	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 76.7**
N27/N28	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 7.1	x: 0 m η = 3.3	x: 0 m η = 24.5	x: 0 m η = 0.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 36.0	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 36.0**
N29/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 7.1	x: 0 m η = 3.3	x: 0 m η = 24.5	x: 0 m η = 0.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 36.0	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 36.0**
N8/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.2	x: 0.5 m η = 27.1	x: 0.5 m η = 23.2	x: 0 m η = 22.0	η = 1.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.5 m η = 50.5	η < 0.1	η = 21.0	x: 0 m η = 24.1	η = 2.0	**CUMPLE η = 50.5**
N27/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.6	x: 1.5 m η = 67.6	η = 19.0	x: 0 m η = 16.3	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	x: 1.5 m η = 86.9	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η = 86.9**
N29/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	η = 0.2	x: 0 m η = 27.1	x: 0 m η = 23.2	x: 0.5 m η = 22.0	η = 1.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 50.5	η < 0.1	η = 21.0	x: 0.5 m η = 24.1	η = 2.0	**CUMPLE η = 50.5**
N31/N4	N.P.(7)	x: 0.15 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0.3 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(8)	x: 0.3 m η < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0.15 m η < 0.1	N.P.(3)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η < 0.1**
N32/N1	N.P.(7)	x: 0.15 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0.3 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(8)	x: 0.3 m η < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0.15 m η < 0.1	N.P.(3)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η < 0.1**
N2/N33	N.P.(7)	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(8)	x: 0 m η < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η < 0.1**
N3/N34	N.P.(7)	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(8)	x: 0 m η < 0.1	V_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	x: 0 m η < 0.1	N.P.(3)	N.P.(9)	N.P.(10)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	**CUMPLE η < 0.1**

Anexo VI

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}_x$	$\bar{\lambda}_w$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	

Notación:
↓Z: Limitación de esbeltez
$\bar{\lambda}_w$: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t:
Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión M_y:
Resistencia a flexión eje Y M_z:
Resistencia a flexión eje Z V_z:
Resistencia a corte Z
V_y: Resistencia a corte Y
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y:
Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z:
Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t:
Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_y:
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia
al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(i) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
(ii) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(iii) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(iv) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(v) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(vi) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
(vii) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
(viii) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
(ix) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(x) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.7. ANEXO VII

CÁLCULOS

ELÉCTRICOS

DEL

SISTEMA

ÍNDICE

1. SELECCIÓN DE LAS LÍNEAS …….. 2
2. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES ……..... 4
3. REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES ……. 6
4. CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA ……..... 7
5. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS ……... 8
6. MEDICIONES ……..... 9

1. SECCIÓN DE LAS LÍNEAS:

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
  - Circuitos interiores de la instalación:

    3% para circuitos de alumbrado.

    5% para el resto de circuitos.
- Caída de tensión acumulada
  - Circuitos interiores de la instalación:

    4,5% para circuitos de alumbrado.

    6,5% para el resto de circuitos.

- Imax: La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (Iz).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Esquema eléctrico	T	223.00	0.83	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 240	490.0	385.8	0.27	0.27
Enfriadora	T	178.00	0.87	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 120	314.0	295.3	0.43	0.70
Bomba 1	T	11.00	0.69	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 4	36.0	23.0	0.81	1.08
Bomba 2	T	11.00	0.69	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 4	36.0	23.0	0.81	1.08
Ventilador 1	T	11.00	0.69	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 4	36.0	23.0	0.81	1.08
Ventilador 2	T	11.00	0.69	20.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 4	36.0	23.0	0.81	1.08
Sistema de control	M	1.00	0.95	20.0	RZ1 0.6/1 kV 3 G 2.5	34.0	4.6	0.71	0.98

Anexo VII

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (Iz) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Esquema eléctrico	Temperatura: 40 °C Caso F- En contacto mutuo a 1Ø de la pared, en bandeja perforada	1.00
Enfriadora	Temperatura: 40 °C Caso F- En contacto mutuo a 1Ø de la pared, en bandeja perforada	1.00
Bomba 1	Temperatura: 40 °C Caso E- Separados 0.3Ø de la pared, en bandeja perforada	1.00
Bomba 2	Temperatura: 40 °C Caso E- Separados 0.3Ø de la pared, en bandeja perforada	1.00
Ventilador 1	Temperatura: 40 °C Caso E- Separados 0.3Ø de la pared, en bandeja perforada	1.00
Ventilador 2	Temperatura: 40 °C Caso E- Separados 0.3Ø de la pared, en bandeja perforada	1.00
Sistema de control	Temperatura: 40 °C Caso F- En contacto mutuo a 1Ø de la pared, en bandeja perforada	1.00

2. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} <= I_n <= I_{z\ cable}$$

$$I_{tc} <= 1.45 \times I_{z\ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- Iuso = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- In = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- Iz = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- Itc = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- P Calc = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} >= I_{cc\ máx}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc\ máx}\text{: } T_{p\ CC\ máx} < T_{cable\ CC\ máx}$$

$$\text{Para } I_{cc\ mín}\text{: } T_{p\ CC\ mín} < T_{cable\ CC\ mín}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- Icu = Intensidad de corte último del dispositivo.
- Ics = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la Icc en protecciones instaladas en acometida del circuito.

- Tp = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- Tcable = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Esquema eléctrico	223.00	T	385.8	M-G Compact NS630N - STR23SE In: 630 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 10 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	490.0	614.3	710.5
Enfriadora	178.00	T	295.3	M-G Compact NS400N - STR23SE In: 400 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 10 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	314.0	390.0	455.3
Bomba 1	11.00	T	23.0	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	36.3	52.2
Bomba 2	11.00	T	23.0	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	36.3	52.2
Ventilador 1	11.00	T	23.0	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	36.3	52.2
Ventilador 2	11.00	T	23.0	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	36.3	52.2
Sistema de control	1.00	M	4.6	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	34.0	14.5	49.3

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Esquema eléctrico	T	M-G Compact NS630N - STR23SE In: 630 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 10 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	45.0	45.0	12.0 5.5	>= 5 >= 5	0.02 0.06
Enfriadora	T	M-G Compact NS400N - STR23SE In: 400 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 10 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	45.0	45.0	10.9 4.6	2.47 >= 5	0.02 0.06
Bomba 1	T	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.8	< 0.1 0.46	- 0.10
Bomba 2	T	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.8	< 0.1 0.46	- 0.10
Ventilador 1	T	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.8	< 0.1 0.46	- 0.10
Ventilador 2	T	Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.8	< 0.1 0.46	- 0.10
Sistema de control	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	5.5 0.6	< 0.1 0.41	- 0.10

3. REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Las siguientes protecciones tendrán que ser reguladas a las posiciones indicadas a continuación para cumplir las condiciones de sobrecarga y cortocircuito ya establecidas:

Esquemas	Tipo	Protecciones	Regulaciones
Esquema eléctrico	T	M-G Compact NS630N - STR23SE In: 630 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 10 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 0.75 x In Iccr = 10 x Ir
Enfriadora	T	M-G Compact NS400N - STR23SE In: 400 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 10 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 0.75 x In Iccr = 10 x Ir

siendo:

- Ir = intensidad regulada de disparo en sobrecarga.
- Iccr = intensidad regulada de disparo en cortocircuito.

4. CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

- Resistencia de la puesta a tierra de las masas.

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalará un conductor de cobre desnudo de 35 milímetros cuadrados de sección en anillo perimetral, embebido en la cimentación del edificio, con una longitud(L) de 20 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = \frac{2 \cdot ro}{L} = \frac{2 \cdot 50}{20} = 5 \text{ Ohm}$$

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

- Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm

5. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$Idef = \frac{Ufn}{(Rmasas + Rneutro)}$$

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
Enfriadora	T	295.3	M-G Vigirex RH10E Toro A In: 10000 A; Un: 415 V; Id: 30 mA; (I)	28.868	0.030
Sistema de control	M	4.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	28.868	0.030

siendo:

- Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- Idef = Intensidad de defecto calculada.
- Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo

del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
Enfriadora	T	295.3	M-G Vigirex RH10E Toro A In: 10000 A; Un: 415 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.001
Sistema de control	M	4.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	0.015	0.000

6. MEDICIONES

Medición de líneas

Material	Longitud (m)
Pirelli Afumex 1000V Cobre, 240 mm². Unipolar	100.0
Pirelli Afumex 1000V Cobre, 120 mm². Unipolar	100.0
Pirelli Afumex 1000V Cobre, 4 mm². Pentapolar	80.0
Pirelli Afumex 1000V Cobre, 2.5 mm². Unipolar	60.0

Medición de protecciones

Magnetotérmicos	Cantidad
M-G Compact NS630N - STR23SE In: 630 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 10 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tetrapolar	1
M-G Compact NS400N - STR23SE In: 400 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 10 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tetrapolar	1

Anexo VII

Magnetotérmicos	Cantidad
Merlin Gerin C60N Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Tetrapolar	4
EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	1

Diferenciales	Cantidad
M-G Vigirex RH10E Toro A In: 10000 A; Un: 415 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	1
IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I) Bipolar	1

2.8. ANEXO VIII

TABLAS

TABLAS

Tabla 8.1 (“Condiciones exteriores del proyecto”).

Provincia	Estación	Indicativo
Cantabria	Santander (CMT)	1111

UBICACIÓN: AEROPUERTO			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO			
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
52	43º29'30"	03º47'59"W	87.600 (1998-2007)	(3) 29.200 (1998-2007)	13.140 (1998-2006)	58.400 (1998-2007)

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (ºC)	TS_99,6 (ºC)	TS_99 (ºC)	OMDC (ºC)	HUMcoin (%)	OMA (ºC)
-0,3	3,6	4,7	6,0	81	22,0

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (ºC)	TS_0,4 (ºC)	THC_0,4 (ºC)	TS_1 (ºC)	THC_1 (ºC)	TS_2 (ºC)	THC_2 (ºC)	OMDR (ºC)
34,5	25,6	20,1	24,2	20,1	23,2	20,0	9,2

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH_0,4 (ºC)	TSC_0,4 (ºC)	TH_1 (ºC)	TSC_1 (ºC)	TH_2 (ºC)	TSC_2 (ºC)
22,1	24,9	21,4	24,1	20,6	23,3

VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (ºC)	TASOL (ºC)	GD_15 (ºC)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (ºC)
Enero	10,6	11,3	141	291	0	1,4	9,2
Febrero	10,3	11,0	138	275	0	2,1	10,0
Marzo	11,9	12,7	110	253	1	3,4	11,8
Abril	12,4	13,2	86	227	1	4,4	13,5
Mayo	14,7	15,5	34	166	2	5,2	17,0
Junio	17,6	18,3	4	79	6	5,7	20,1
Julio	19,3	20,0	1	40	18	5,6	22,0
Agosto	20,3	21,1	0	22	30	4,9	22,6
Septiembre	18,8	19,9	2	49	15	4,1	20,2
Octubre	16,9	17,9	15	108	12	2,6	16,6
Noviembre	12,9	13,8	76	213	1	1,6	12,4
Diciembre	11,1	11,9	126	275	0	1,2	10,1

Tabla 8.2

(“Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior, medido en m^2.k/W”)

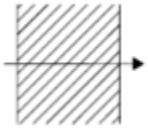
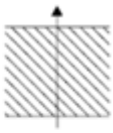
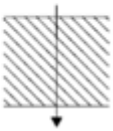
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

Tabla 8.3 (“Coeficiente de orientación de cada cerramiento”)

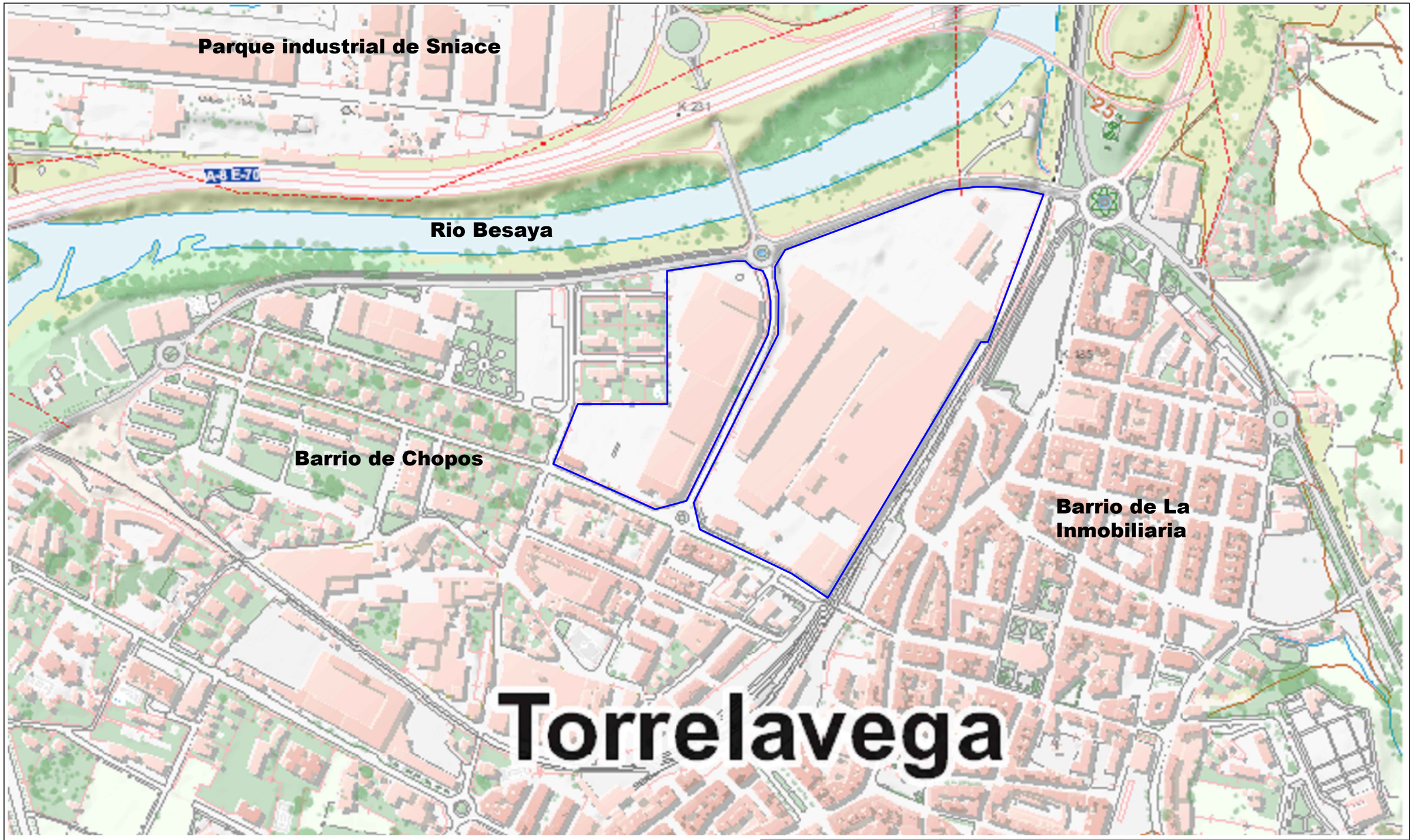
MATERIAL	ORIENTACIÓN	FACTOR DE VIENTO
MURO	NORTE	1.2
CRISTAL		1.35
MURO	SUR	1
CRISTAL		1
MURO	ESTE	1.15
CRISTAL		1.25
MURO	OESTE	1.1
CRISTAL		1.2
CUBIERTA	HORIZONTAL	1

TABLAS

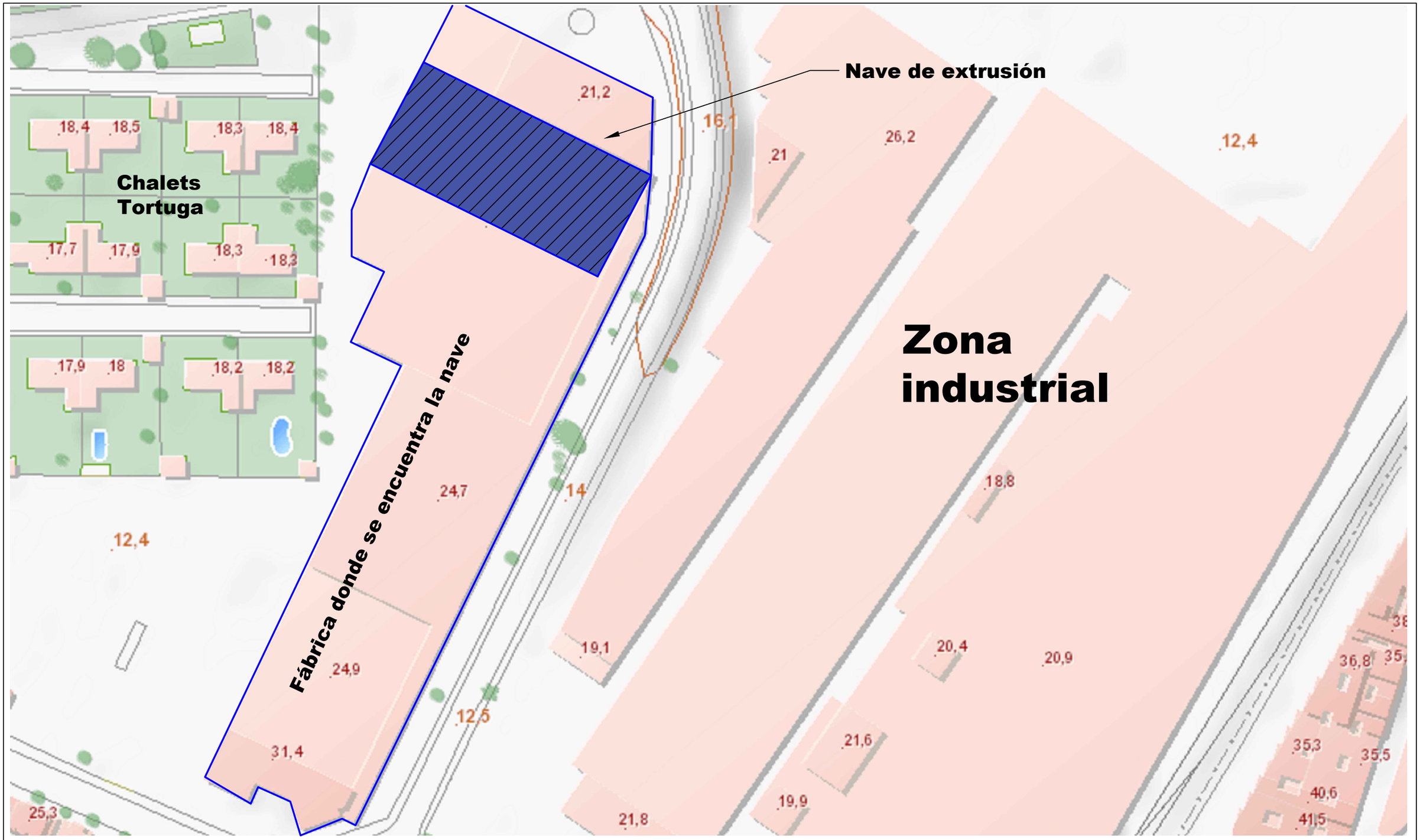
Tabla 8.4 (“Calor latente por persona, medido en kcal/h”)

ACTIVIDAD REALIZADA	28°C		27°C		26°C		24°C	
	SENSIBLE	LATENTE	SENSIBLE	LATENTE	SENSIBLE	LATENTE	SENSIBLE	LATENTE
SENTADO EN REPOSO. ESCUELA	45	45	50	40	55	35	60	30
SENTADO TRABAJO LIGERO. INSTITUTO	45	55	50	50	55	45	60	40
OFICINISTA, ACTIVIDAD. LIGERA.	45	70	50	65	55	60	60	50
PERSONA DE PIE. TIENDA	45	70	50	75	55	70	65	60
PERSONA QUE PASEA. BANCO.	45	80	50	75	55	70	65	60
TRABAJO SEDENTARIO	50	90	55	85	60	80	70	70
TRABAJO LIGERO TALLER	50	140	55	135	60	130	75	115
PERSONA QUE CAMINA	50	160	60	155	70	145	85	130
PERSONA QUE BAILA	70	185	75	175	85	170	95	155
PERSONA EN TRABAJO. PENOSO.	115	250	120	250	125	245	130	230

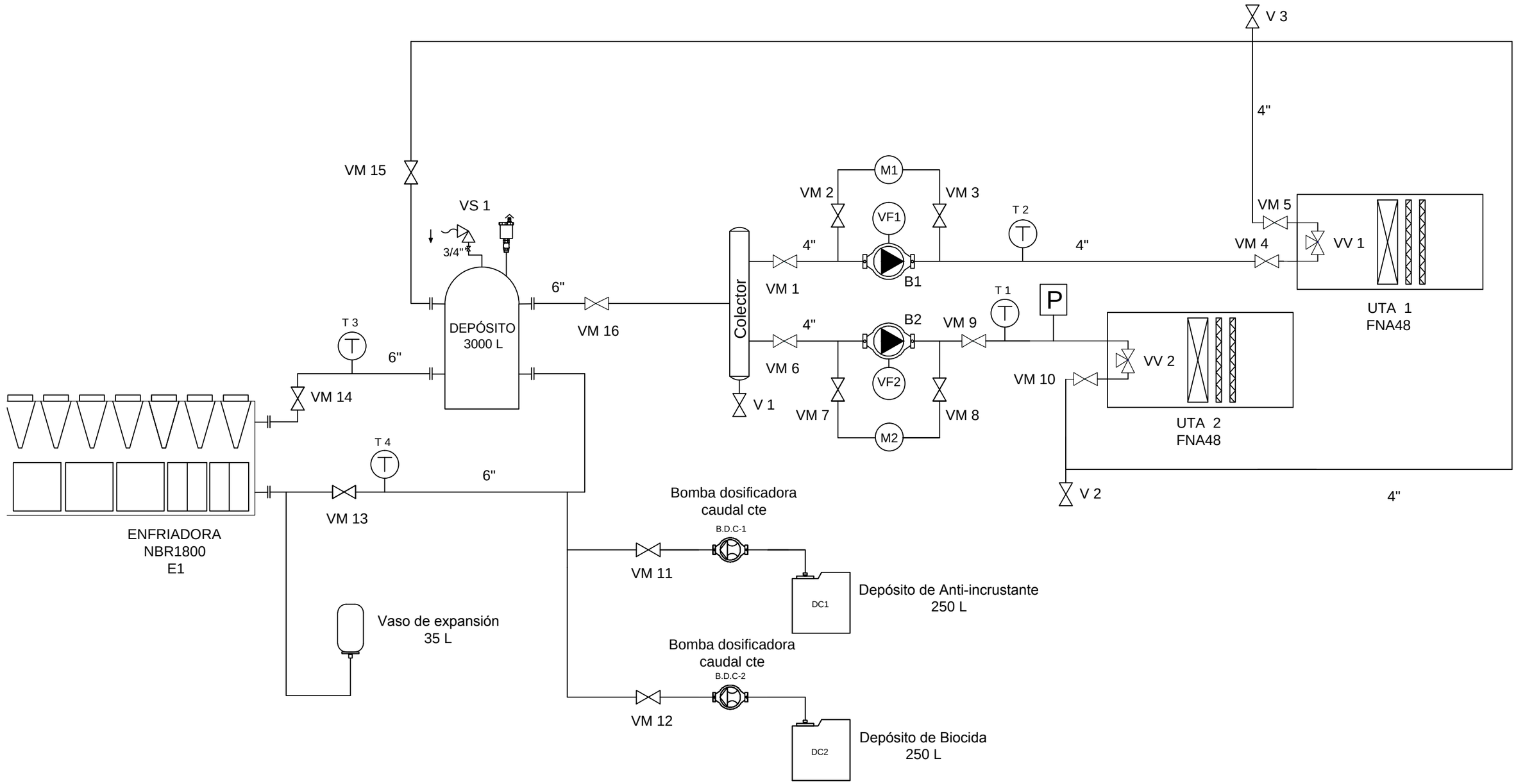
3. PLANOS



Esc: 1/3500	Tipo de documento: Plano de situación	Creado por: Diego Setién Chamorro	
E.T.S.I. Industriales y T.	Título suplementario: Vista aérea de la localización de la nave	Aprobado por: Juan Carcedo Haya	Rev: 02
UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA		Referencia técnica: Juan Carcedo Haya	Idioma: Es
		Fecha: 17 Abril 2020 / Nº de plano: 1	Hoja: 1/1



Esc: 1/1000	Tipo de documento: Plano de situación	Creado por: Diego Setién Chamorro	
E.T.S.I. Industriales y T.	Título suplementario: Vista aérea de la localización de la nave	Aprobado por: Juan Carcedo Haya	Rev: 02
UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA		Referencia técnica: Juan Carcedo Haya	Idioma: Es
		Fecha: 17 Abril 2020 / Nº de plano: 2	Hoja: 1/1



Acometida de agua

Válvula manual d cierre

Antivibradores

Bomba Grundfoss

P — Presostato

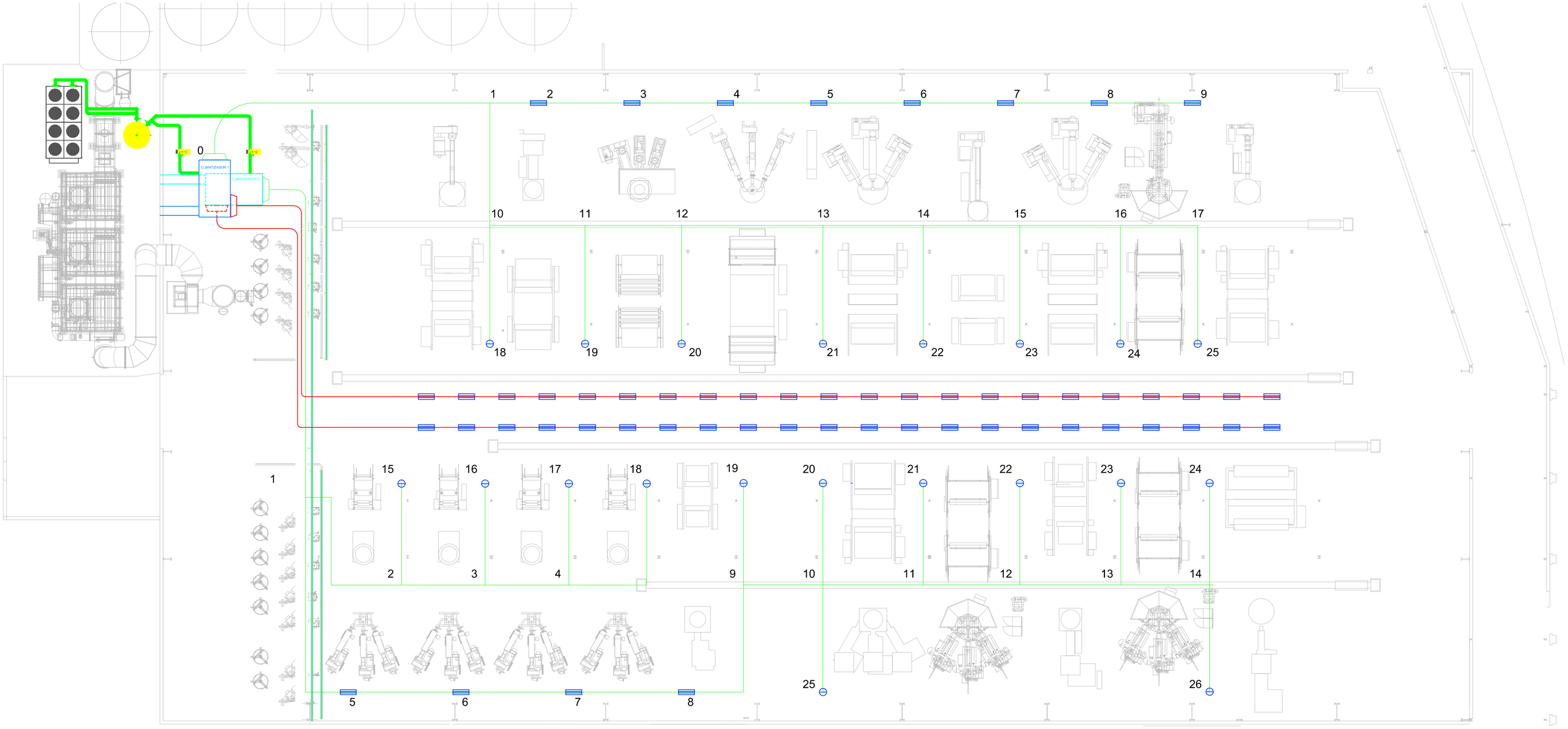
M — Manómetro

Válvula de tres vias

T — Termostato

VF — Variador de frecuencia

Esc: 1/75	Tipo de documento: Esquema de principio	Creado por: Diego Setién Chamorro	
E.T.S.I. Industriales y T.	Título suplementario: Red de tuberías y sus componentes	Aprobado por: Juan Carcedo Haya	Rev: 02
UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA		Referencia técnica: Juan Carcedo Haya	Idioma: Es
		Fecha: 17 Abril 2020 / Nº de plano: 3	Hoja: 1/1



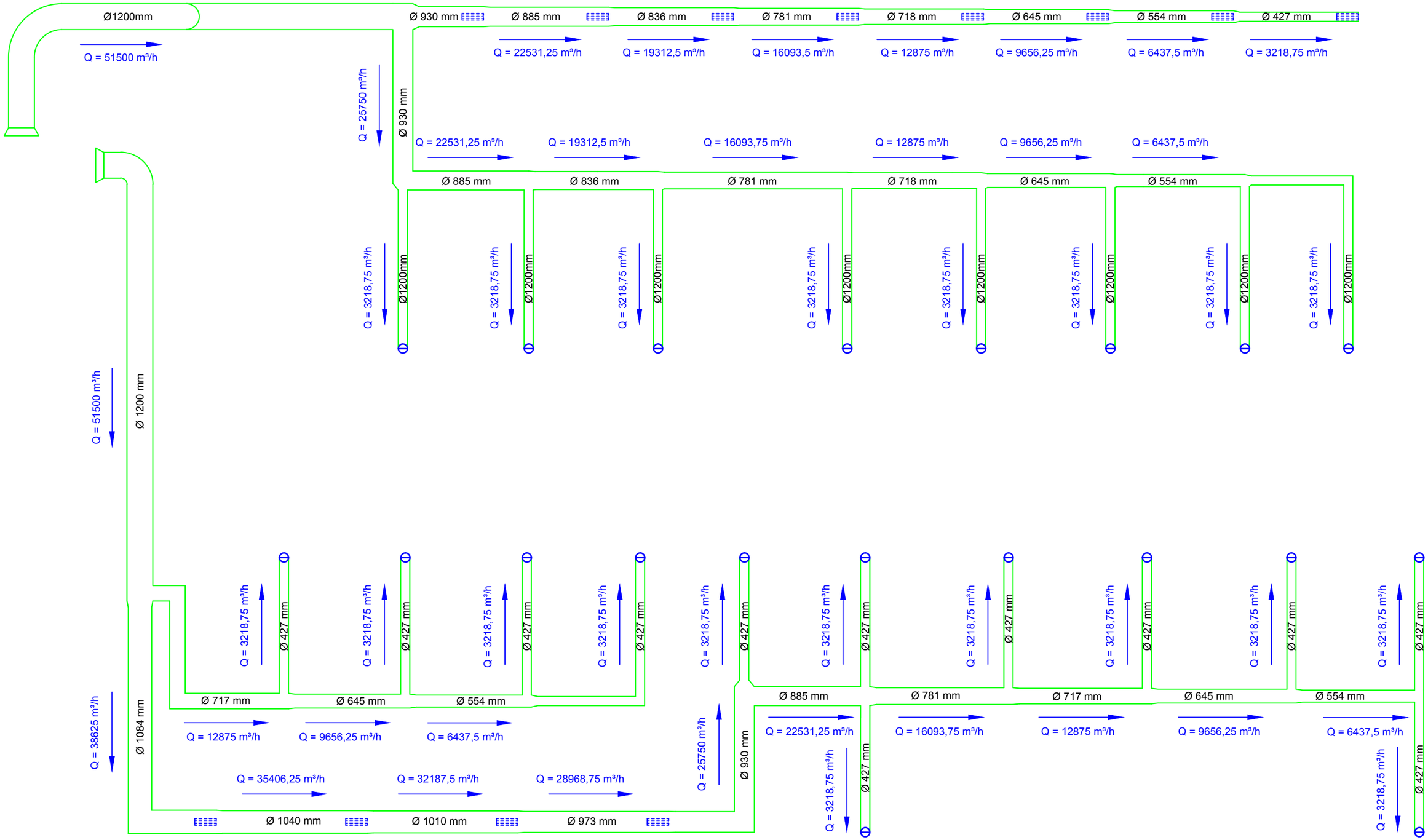
REJILLA

DIFUSOR

CONDUCTOS DE IMPULSIÓN

CONDUCTOS DE RETORNO

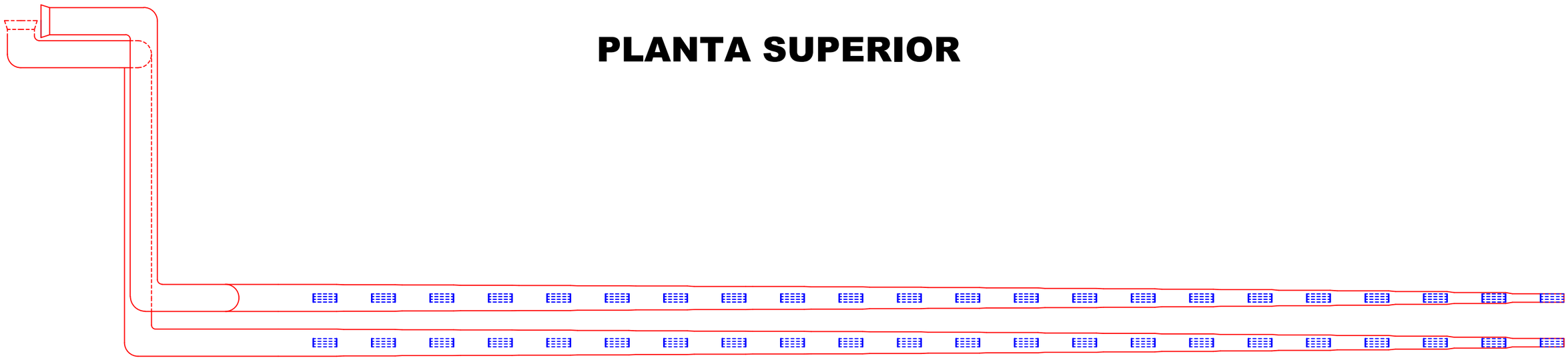
Esc: 1/175	Tipo de documento: Vista general en planta	Creado por: Diego Setién Chamorro	
E.T.S.I. Industriales y T.	Título suplementario: Vista en planta de los conductos de impulsión y retorno	Aprobado por: Juan Carcedo Haya	Rev: 02
UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA		Referencia técnica: Juan Carcedo Haya	Idioma: Es
		Fecha: 17 abril 2020 / Nº de plano: 4	Hoja: 1/1



Esc: 1/175	Tipo de documento: Conductos de impulsión	Creado por: Diego Setién Chamorro	
E.T.S.I. Industriales y T.	Título suplementario: Red de conductos de impulsión con diámetros y caudales	Aprobado por: Juan Carcedo Haya	Rev: 02
UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA		Referencia técnica: Juan Carcedo Haya	Idioma: Es
		Fecha: 17 Abril 2020 / Nº de plano: 5	Hoja: 1/1

ALZADO

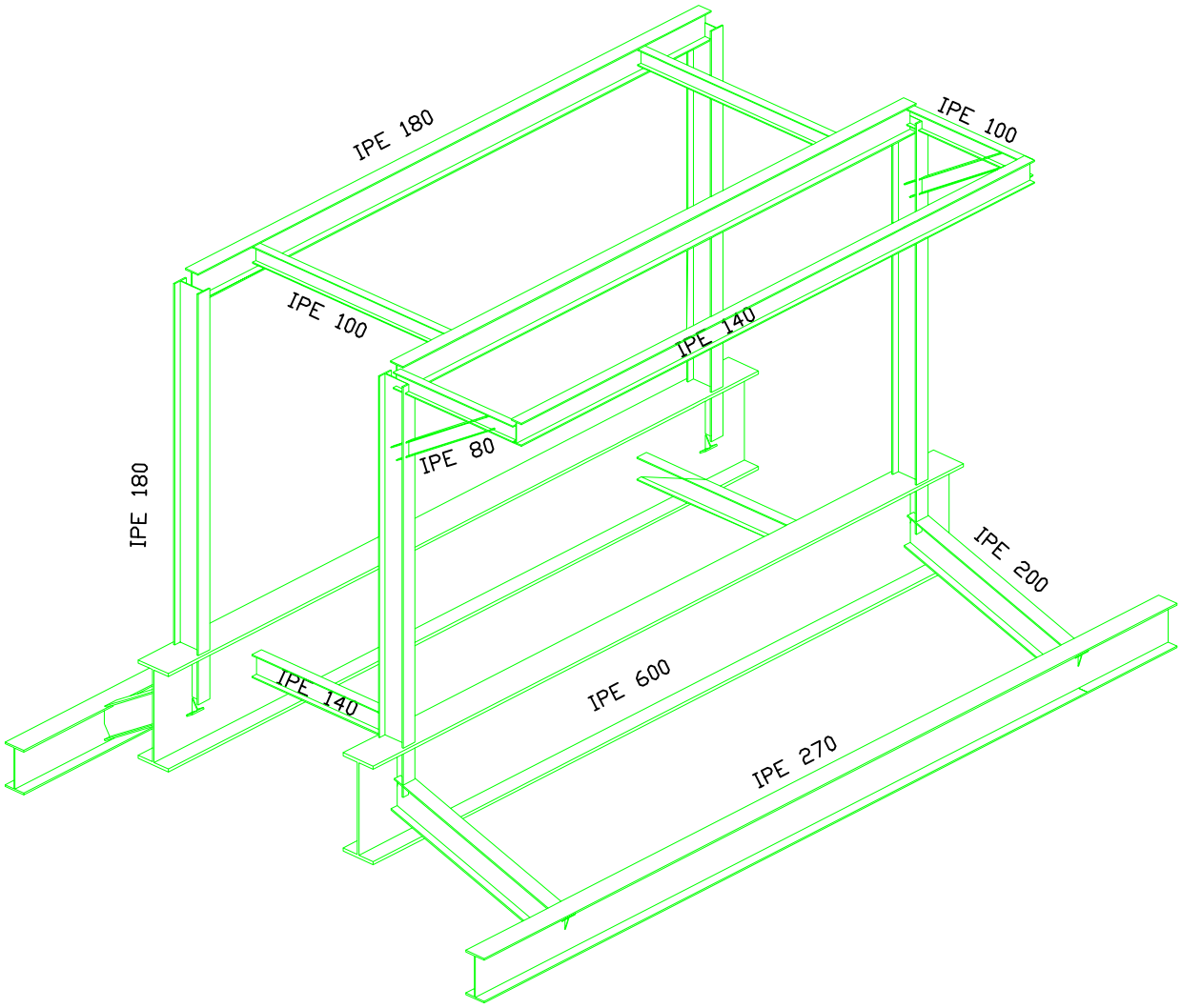
PLANTA SUPERIOR



REJILLA (NO VISTA EN PLANTA)

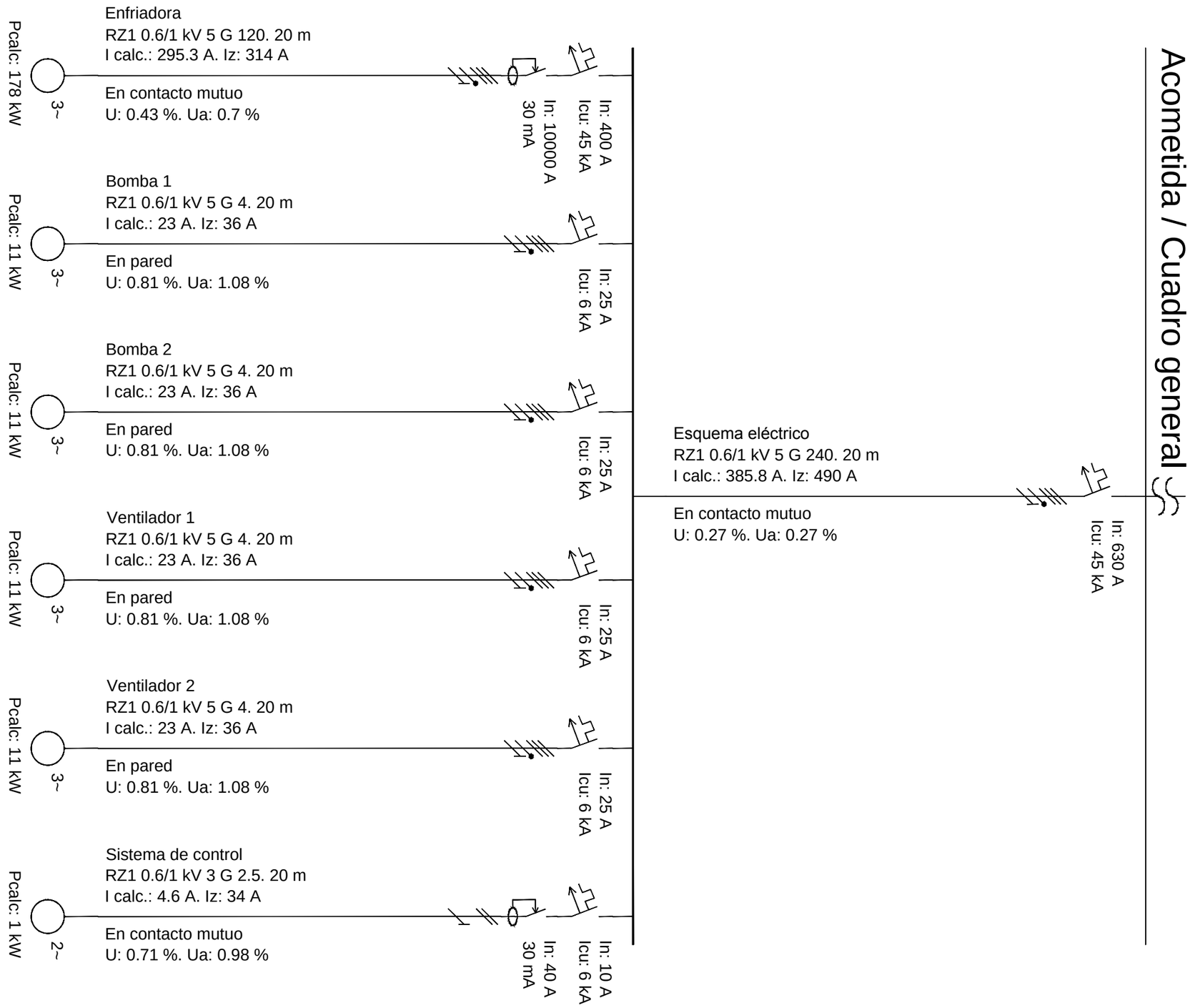
Esc: 1/175	Tipo de documento: Tuberías de retorno	Creado por: Diego Setién Chamorro	
E.T.S.I. Industriales y T.	Título suplementario: Alzado y planta de los conductos de retorno	Aprobado por: Juan Carcedo Haya	Rev: 02
		Referencia técnica: Juan Carcedo Haya	Idioma: Es
		Fecha: 17 Abril 2020 / Nº de plano: 6	Hoja: 1/1

UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Esc: 1/50	Tipo de documento: Estructura portante	Creado por: Diego Setién Chamorro		
E.T.S.I. Industriales y T.	Título suplementario: Perspectiva isométrica de la estructura portante de la enfriadora	Aprobado por: Juan Carcedo Haya		Rev: 02
		Referencia técnica: Juan Carcedo Haya		Idioma: Es
		Fecha: 17 Abril 2020	Nº de plano: 7	Hoja: 1/1

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Esc: s/e	Tipo de documento: Plano de eléctrico	Creado por: Diego Setién Chamorro	
E.T.S.I. Industriales y T.	Título suplementario: Esquema de distribución eléctrica	Aprobado por: Juan Carcedo Haya	Rev: 02
		Referencia técnica: Juan Carcedo Haya	Idioma: Es
		Fecha: 17 Abril 2020 / Nº de plano: 8	Hoja: 1/1

4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1.- OBJETO …… 2

2.- CARACTERISTICAS DE LA OBRA …… 3

3.- INSTALACIONES TEMPORALES …….... 5

4.- FORMACION …….... 5

5.- RECONOCIMIENTO MÉDICO …….…..... 5

6.- NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD …… 6

7.- ESTUDIO DE RIESGOS POR TRABAJOS ESPECIFICOS …… 6

8.- MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES ……... 11

9.- MEDIOS AUXILIARES …… 26

10.- PLIEGO DE CONDICIONES ……...… 28

10.1.- DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN …… 28

10.2.- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCION ……...…… 29

10.3.- SERVICIOS DE PREVENCION ……...…... 32

10.4.- VIGILANTE DE SEGURIDAD …….. 33

10.5.- INSTALACIONES MÉDICAS Y DE SALUD …….. 33

10.6.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD …….. 34

1.-OBJETO

Siguiendo el procedimiento del RD. 1627/1997, de 24 de Octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, el presente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene por objeto la descripción de los procedimientos, medios técnicos y auxiliares que se prevén, para la ejecución de las obras del proyecto de **CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DEDICADA A LA EXTRUSIÓNDE POLIETILENO Y POLIPROPILENO**, para poder evaluar los riesgos laborales que se deriven, con el fin de establecer las medidas preventivas y protecciones necesarias para reducirlos.
Se contemplarán en él, todos aquellos aspectos generales que por su interés destaquen sobre los demás incidiendo especialmente en la creación de una organización de prevención sistemática que vaya detectando en cada momento, los problemas existentes y funcione para resolverlos, a la vez que trate, de integrar la Seguridad y Salud en los programas de trabajo del Proyecto de Obra.

En resumen, el plan de Seguridad y Salud supone:

-Una previsión, por cuanto establece objetivos y campos de actuación en orden a la prevención de accidentes y enfermedades.
-Una organización, partiendo de su inserción dentro de las normas de la Empresa y documentos contractuales.
-Una coordinación mediante la definición de funciones y actuación de unas comisiones de Medicina, Salud y Seguridad.

El presente estudio debe de ser concretado, ampliado y revisado a tenor de la aparición de nuevas situaciones o cuando las condiciones reales difieran sensiblemente de las previstas.

2.-CARACTERISTICAS DE LA OBRA.

2.1 DESCRIPCION DE LA OBRA Y EMPLAZAMIENTO.

La instalación objeto del presente estudio, está situada en la Avenida de Pablo Garnica de Torrelavega, Cantabria. Donde se van a ejecutar las obras necesarias para la **Climatización de una nave industrial dedicada a la extrusión de polietileno y polipropileno**.

Las obras consisten en:

1.- Instalación de climatización mediante colocación de equipos de volumen de refrigeración variable, equipos interiores de frío.

2.- Instalación de conductos de aire de impulsión y retorno.

3.- Montaje de equipos, para el cual se emplearán, herramientas de mano, medios de elevación como, y camiones para el transporte de los equipos. Se divide en las siguientes operaciones:

- Descarga del camión grúa.
- Ubicación de equipos.
- Fijación de depósitos con taladro y anclajes tipo químico o tipo spit o sobre bancada insonorizada.

INSTALACION DE SEGURIDAD

En todo el recinto se colocarán carteles indicativos de peligro y uso obligatorio de protecciones personales de seguridad.

Se dotará a la instalación si fuese necesario de alumbrado para el desarrollo de las operaciones propias del trabajo, de acuerdo con la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (O. 09-03-73).

CUADRO DE DISTRIBUCION

Se instalaría un cuadro de mando, maniobra y protección, compuesto de interruptor general y protecciones de los circuitos de mando y fuerza.

2.2 PRESUPUESTO

El presupuesto estimado de las obras asciende a la cantidad de **387.966,15 €.**

2.3 PLAZO DE EJECUCION

El plazo previsto para la ejecución de las obras es de **3 meses**, no superando los 365 días laborables.

2.4 PERSONAL PREVISTO

Instalación climatización: 8 Operarios durante 3 meses.
No está prevista la presencia simultánea de más de 10 operarios durante la obra.

2.5 PROPIETARIO

El propietario y promotor de la obra es una empresa privada que se dedica a la producción de embalaje flexible, con domicilio en la Avenida Pablo Garnica, Torrelavega.

2.6 ACCESOS

El acceso a la obra se realiza desde la calzada sin ningún desnivel hacia el interior de la nave en cuestión.

3.- INSTALACIONES TEMPORALES

Se preparará la instalación eléctrica de obra enlazando tomando la energía mediante cuadro provisional de obra.
Se dispondrán una caseta de obra para maquinaria y herramientas y otra para servicios.

4.- FORMACIÓN

Independientemente de los requisitos de formación demandados por el promotor, cada contratista, antes de comenzar las obras de construcción y montaje, deberá de explicar a su personal de los métodos de trabajo y de los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá de emplear; esta formación será responsabilidad de cada contratista y específica al tipo de trabajo a realizar.
No obstante, el encargado de obra deberá de someter a sus operarios a una formación continuada durante la ejecución de la misma, vigilando y corrigiendo el cumplimiento de las normas generales de Seguridad y Salud de cada contrata.

5.-RECONOCIMIENTO MÉDICO

Todo el personal que comience en la obra deberá de haber pasado los reconocimientos médicos habituales y anuales.

6.- NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD

Cada contratista es responsable de la seguridad de sus empleados.
Todo el personal que preste sus servicios en obra está obligado a cumplir estas normas, aparte de las que dicten, tanto generales como específicas para su puesto de trabajo, siendo prioritarias las recogidas en la legislación vigente, así como normas para Contratistas emitidas por la propiedad.
Todas las empresas Contratistas están obligadas a dotar a su personal de las prendas de protección personal necesarias para evitar los riesgos que les ocasione su puesto de trabajo, siendo obligatorio para todo el personal de obra casco y calzado de seguridad. Las prendas serán todas homologadas por el Ministerio de Trabajo, siempre que dicha homologación exista. En caso contrario, deberán ser probadas de acuerdo con las características que indique el suministrador.
Todas las instalaciones eléctricas el área cumplirán la legislación vigente. En caso de no ser así no se autorizará el enganche.
El Contratista y subcontratistas limpiarán su zona, retirando de la obra los materiales de desecho.
Queda prohibido la introducción o venta de bebidas alcohólicas en el recinto de obra.
El acceso de personal, vehículos, maquinaria, etc., se efectuará de acuerdo con la normativa de la Propiedad.
No está permitido hacer fuego en el recinto de obra, salvo autorización. Siempre que esta se produzca, el fuego se hará en bidones u otros recipientes y en lugares autorizados previamente.

7.- ESTUDIO DE RIESGOS POR TRABAJOS ESPECIFICOS

7.1. INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN

a) Riesgos más frecuentes

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel

- Caída de objetos sobre las personas
- Golpes contra objetos
- Lesiones y cortes en manos y brazos
- Dermatosis por contacto con materiales
- Inhalación de sustancias tóxicas
- Quemaduras
- Golpes y aplastamientos de pies.
- Ambiente pulvígeno
- Incendio por almacenamiento de productos combustibles.

b) Medidas preventivas

- Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombro diariamente, para evitar acumulaciones.
- A las zonas de trabajo se accederá de forma segura.
- Se habilitarán espacios determinados para el acopio
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- No apilar materiales en zona de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.
- Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada).
- Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes.

c) Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Guantes de P.V.C. o goma
- Botas de seguridad con suela dieléctrica aislante homologada
- Cinturones y arneses de seguridad
- Mástiles y cables fiadores
- Mascarilla filtrante

- Ropa de trabajo

7.2. INSTALACIÓN ELECTRICA

a) Riesgos más frecuentes

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos sobre las personas
- Golpes contra objetos
- Electrocución por contactos directo
- Erosiones o/y cortes en las manos
- Electrocución por contactos indirectos
- Proyección de fragmentos
- Los derivados del uso de medios auxiliares (borriquetas, escaleras...)
- Higiénicos (ruido, polvo)

b) Medidas preventivas

- Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombro diariamente, para evitar acumulaciones.
- A las zonas de trabajo se accederá de forma segura.
- Se habilitarán espacios determinados para el acopio
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- No apilar materiales en zona de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.

c) Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Guantes de P.V.C. o goma
- Botas de seguridad con suela dieléctrica aislante homologada
- Ropa de trabajo
- Polímetro

7.3. MONTAJE DE EQUIPOS

a) Riesgos más frecuentes

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos sobre las personas
- Aplastamientos
- Los derivados del uso de medios auxiliares (borriquetas, escaleras...)
- Higiénicos (ruido, polvo)
- Quemaduras derivadas del uso de soldadores.
- Deterioro de los equipos a instalar.
- Golpes y aplastamientos de pies.

b) Medidas preventivas de seguridad

- Deberá disponerse de un sistema que impida que las personas no autorizadas puedan acceder a la instalación (valla o similar).
- Utilizar siempre medios apropiados para cargar/descargar los depósitos de los camiones y colocarlos en los respectivos lugares de instalación.
- Nunca empujar los depósitos desde el camión hacia el suelo para evitar golpes que puedan poner en riesgo el buen estado de los equipos. En estos casos pueden aparecer fisuras o puntos de fragilidad que traerán problemas futuros en los equipos y su respectiva instalación.

- El mantenimiento de la instalación se llevará a cabo por personal debidamente autorizado y formado en relación a las tareas que va a desempeñar, así como informado respecto a los riesgos intrínsecos a dichas tareas.

c) Equipos de protección individual.

- Gafas antiproyectantes.
- Guantes de protección.
- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Calzado de protección: que proteja frente a golpes por caída de herramientas en manipulación, y de la humedad, y con suela antideslizante para evitar caídas por resbalones.

Dichos equipos de protección individual deberán estar debidamente homologados (Marcado CE).(R.D. 1407/1992 por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, y modificaciones posteriores).

d) Medidas de protección individual.

- Deberá establecerse un mantenimiento de las herramientas manuales y formar a los trabajadores para que sigan unos hábitos correctos en cuanto a su utilización.
- Debido a la existencia de unos accesorios necesarios para el funcionamiento de la instalación, deberá indicarse la existencia de riesgo de contactos eléctricos. Siendo necesario albergarlos en lugar específico destinado a tal fin, como caseta.
- Las escaleras manuales deberán mantenerse en buen estado de conservación, para evitar caídas a distinto nivel, durante el acceso de los trabajadores a la instalación.

8.- MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

8.1. PLATAFORMA ELEVADORA

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos
- Choques contra otros vehículos.
- Vuelco
- Caídas a distinto nivel
- Atropello de personas
- Golpes por la carga

b) Medidas preventivas

- Solo podrá utilizarse la plataforma por personal autorizado y previamente formado en su uso
- Se apoyará la plataforma sobre suelo estable y uniforme, evitando suelos en pendiente
- Se prohíbe expresamente, sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la plataforma
- La carga se repartirá de forma uniforme, evitando amontonar la carga en un punto
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de cargas suspendidas, en previsión de accidentes
- Se utilizará cinturón de seguridad anclado a un punto estable para trabajos en los que no se tenga los dos pies sobre la superficie de la plataforma
- Se prohíbe trabajar colocando suplementos sobre la plataforma para alcanzar mayor altura de trabajo

c) Protecciones personales

EBSS

- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo.
- Calzado antideslizante
- Guantes de cuero
- Cinturón de seguridad

Este tipo de máquina será utilizado en las labores que conciernen al montaje de depósitos.

8.2. TALADRO

a) Riesgos asociados:

- Caída de objetos por manipulación.
- Golpes y contactos por objetos inmóviles, herramientas o elementos móviles de la máquina.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

b) Prevención de riesgos:

- Recomendaciones generales

- Utilizar taladros con marcado CE prioritariamente o adaptadas al RD 1215/1997.
- Es necesario formar al operario para su utilización.
- Se deben seguir las instrucciones del fabricante.
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

- Recomendaciones particulares

- Limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir antes de iniciar los trabajos.
- Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.
- Evitar entrar en contacto con el accesorio de giro en rotación.
- Debe disponer de empuñadura auxiliar para una mejor sujeción y de interruptor con freno de inercia, para que al dejar de apretar se pare la máquina de manera automática.
- Las reparaciones deben ser efectuadas por personal autorizado.
- La conexión o suministro eléctrico se tiene que realizar con manguera antihumedad.
- Realizar las operaciones de limpieza y mantenimiento con la máquina desconectada de la red eléctrica o de la batería.
- Realizar los trabajos con equilibrio estable, colocando de forma correcta los pies.
- Escoger la broca adecuada para el material que se tenga que agujerear.
- Sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.
- Desconectar este equipo de la red eléctrica o extraer la batería, cuando no se utilice.
- Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.
- Realizar el cambio del accesorio tiene con el equipo parado.
- Comprobar que los accesorios están en perfecto estado antes de su colocación.
- Escoger el accesorio más adecuado para cada aplicación.

Este tipo de máquina será utilizado en las labores que conciernen al montaje de depósitos.

8.3. CAMIÓN

a) Riesgos asociados.

- Caída de personas a diferente nivel.
- Golpes contra objetos inmóviles y/o móviles de la máquina

- Atrapamientos por o entre objetos, o por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos y/o eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

b) Prevención de riesgos.

- Recomendaciones generales.

- Utilizar camiones con marcado CE prioritariamente o adaptados al RD 1215/1997.
- Se recomienda que el camión esté dotado de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash.
- Deben tener señal acústica de marcha atrás.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, comprobar que el conductor está autorizado, tiene la formación e información específica de PRL que fija el RD 1215/1997, de 18 de julio, artículo 5. El conductor se debe haber leído su manual de instrucciones. Si la máquina circula por una vía pública, es necesario, además, que el conductor tenga el carnet C en camiones rígidos y E en articulados.
- Comprobar que se mantiene al día la ITV, Inspección Técnica de Vehículos.
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos del camión de obra responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.
- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada del conductor.
- Asegurar la máxima visibilidad del camión de obra mediante la limpieza de los retrovisores, parabrisas y espejos.
- Comprobar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.

- Subir y bajar del camión de obra sólo por la escalera prevista por el fabricante, de cara al camión y agarrándose con las dos manos.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
- Comprobar la existencia de un extintor en el camión.
- Comprobar que la altura máxima del camión es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

- Recomendaciones particulares.

- Controlar la máquina únicamente desde el asiento del conductor.
- No permitir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.
- No permitir el transporte de personas ajenas a la actividad.
- No subir ni bajar con el camión de obra en movimiento.
- Durante la conducción, utilizar siempre un sistema de retención (cabina, cinturón de seguridad o similar). Fuera de la obra, hay que utilizar el cinturón de seguridad obligatoriamente.
- En trabajos en zonas de servicios afectados de poca visibilidad, se debe tener la ayuda de un señalista.
- Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes, hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.
- En operaciones en zonas próximas a cables eléctricos se ha de verificar la tensión de los mismos para identificar la distancia mínima de trabajo.
- Después de levantar el volquete, hay que bajarlo inmediatamente.
- Detener el trabajo si la visibilidad disminuye por debajo de los límites de seguridad (lluvia, niebla,...) hasta que las condiciones mejoren. Se debe aparcar la máquina en un lugar seguro.
- Está prohibido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.
- Realizar las entradas o salidas de las vías con precaución y, si fuese necesario, con la ayuda de un señalista.
- Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe.

- Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.
- Respetar la señalización interna de la obra.
- Evitar desplazamientos del camión de obra en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes.
- Si se tiene que trabajar en lugares cerrados, comprobar que la ventilación es suficiente o que se han extraído los gases.
- Durante la carga y descarga, el conductor debe estar dentro de la cabina.
- Realizar la carga y descarga del camión en lugares habilitados.
- Situar la carga uniformemente repartida por toda la caja del camión.
- No superar las pendientes fijadas por el manual de instrucciones.
- Cubrir las cargas con un toldo, sujetado de forma sólida y segura.

- Antes de elevar la carga, asegurarse de la ausencia de obstáculos aéreos y de que la plataforma esté plana y sensiblemente horizontal.
- Durante las operaciones de mantenimiento o reparación, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados, la máquina debe estar estacionada en un terreno llano, con el freno de estacionamiento, la palanca de marchas en punto muerto, con el motor parado y la batería desconectada.

Este tipo de máquina será utilizado en las labores que conciernen al montaje de depósitos.

8.4. AMOLADORA

a) Riesgos más frecuentes.

- Caídas al mismo o distinto nivel debidas a desequilibrios inducidos por reacciones imprevistas de la máquina. Existe el riesgo de que el cuerpo de la máquina tienda a girar en sentido contrario cuando la herramienta de corte se atasca y la pieza trabajada salga despedida.
- Golpes al trabajar piezas inestables.
- Cortes por contacto directo con el disco o por rotura y proyección de fragmentos del mismo.

- Heridas en ojos producidas por proyección de partículas del material trabajado o de la propia herramienta de inserción.
- Quemaduras debidas a incendios de vapores u otros materiales inflamables, ocasionados por chispas o por el propio material mecanizado que alcanza altas temperaturas.
- Inhalación de polvo procedente del material trabajado y de la misma muela.
- Exposición a ruido.
- Exposición a vibraciones

b) Medidas de prevención

- Elección del disco adecuado a la tarea y al material a trabajar, y a los elementos auxiliares que pudieran ser necesarios.
- No usar muelas defectuosas que pueden romperse cuando la máquina trabaje a pleno rendimiento.
- No someter el disco a esfuerzos extraordinarios buscando apurar el mecanizado, o simplemente a esfuerzos laterales inadecuados.
- Prestar especial atención al montaje de la muela en su emplazamiento. Es elemental la utilización de discos de diámetros y características adecuadas al trabajo a efectuar; respetar el sentido de rotación indicado sobre la misma, y utilizar correctamente los dispositivos de fijación del modo indicado por el fabricante.
- Es importante hacer rotar el disco manualmente para verificar que está bien centrado y no tiene roces con la carcasa de protección.

c) Protecciones individuales.

- Dado que, aun cuando se utilicen todas las protecciones posibles integradas en la máquina, existen riesgos imposibles de controlar, es necesaria la utilización de las siguientes prendas de protección personal cuando se trabaja con amoladoras:
- Gafas con montura y oculares de protección contra impactos.
- Evaluación del nivel de ruido y, en su caso, utilización de protecciones auditivas, de acuerdo con el Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre.
- Guantes de trabajo.

- Mascarilla antipolvo o equipo para aspiración.
- Naturalmente, las prendas utilizadas deben ser modelos homologados por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, que dispongan del correspondiente marcado CE.

Este tipo de máquina será utilizado en las labores que conciernen al montaje y construcción de la instalación hidráulica.

8.5. SOPLETE

a) Riesgos más frecuentes

- Quemaduras
- Incendio
- Caída desde altura (estructura metálica, trabajos en el borde de forjado, balcones, aleros y asimilables)
- Caídas al mismo nivel
- Caídas de objetos
- Atrapamiento entre objetos
- Aplastamiento de manos por objetos pesados
- Golpes, atrapamientos, cortes, sobreesfuerzos
- Pisadas sobre objetos punzantes

b) Medidas preventivas

- En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.
- Acotar las zonas donde se pueden producir proyecciones de material incandescente

- El trabajador deberá utilizar aquellas prendas de protección personal que se le recomienden, aunque le parezcan incómodas o poco prácticas. Considere que sólo se pretende que usted no sufra accidentes.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura en esta obra (montaje de estructuras) en presencia de lluvia, nieve hielo o viento igual o superior a 60 Km/h y cuando se detecte la presencia de una tormenta
- No utilizar botellas de oxígeno tumbadas, utilizar un carro portabotellas
- No abandonar el carro portabotellas en el tajo si se ausenta el trabajador, recogerle en una zona segura.

c) Protecciones colectivas

- Delimitación y acotado de la zona de trabajo

d) Protecciones personales

- Si existe homologación expresa del Ministerio de Trabajo y SS., las prendas de protección personal a utilizar en esta obra estarán homologadas.
- Casco de polietileno para desplazamiento por la obra
- Guantes de cuero
- Botas de seguridad (clase I ó III)
- Ropa de trabajo
- Cinturón de seguridad clase A (trabajo y desplazamientos con riesgo de caída desde altura)
- Los equipos adecuados a los riesgos propios de la ubicación dentro de la obra

Este tipo de máquina será utilizado en las labores que conciernen al montaje de depósitos y al montaje y construcción de la instalación eléctrica.

8.6. EQUIPOS DE SOLDADURA ELECTRICA

a) Riesgos más frecuentes

- Caída desde altura (estructura metálica, trabajos en el borde de forjado, balcones, aleros y asimilables)
- Caídas al mismo nivel
- Caídas de objetos
- Atrapamiento entre objetos
- Aplastamiento de manos por objetos pesados
- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico
- Quemaduras
- Golpes, atrapamientos, cortes, sobreesfuerzos
- Contacto con la corriente eléctrica
- Proyección de partículas
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños (picado del cordón de soldadura)
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Incendio

b) Medidas preventivas

- En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.
- Las vigas y pilares “presentados” quedarán fijados e inmovilizados mediante husillos de inmovilización, codales, eslingas, apuntalamiento, cuelgue del gancho de la grúa, etc., hasta concluido el “punteo de soldadura” para evitar situaciones inestables.
- Los pilares metálicos se izarán en posición vertical siendo guiados mediante cabos de gobierno, nunca con las manos. El “aplomado” y “punteado” se realizará de inmediato.

- Acotar las zonas donde se pueden producir proyecciones de material incandescente
- La pinza debe ser la adecuada al tipo de electrodo usado y además debe sujetar fuertemente al electrodo. Tiene que estar fijada al cable de forma que mantenga un buen contacto.
- El aislamiento del cable no se debe estropear en el punto de empalme.
- Los cables de alimentación del circuito de acometida deben ser de sección adecuada para que no den lugar a sobrecalentamientos.
- Los bornes de conexión de la máquina y la clavija del enchufe deben estar aislados.

Este tipo de máquina será utilizado en las labores que conciernen al montaje de depósitos y al montaje y construcción de la instalación eléctrica.

NORMAS DE PREVENCION DE ACCIDENTES PARA LOS SOLDADORES

- Las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para la salud. Protéjase con el yelmo de soldar o la pantalla de mano siempre que suelde.
- No mire directamente al arco voltaico; la intensidad luminosa puede producirle lesiones graves en los ojos
- No pique el cordón de soldadura sin protección ocular; las esquirlas de cascarilla desprendida pueden producirle graves lesiones en los ojos
- No toque las piezas recientemente soldadas; aunque le parezca lo contrario, pueden estar a temperaturas que podrían producirle quemaduras serias
- Antes de comenzar a soldar compruebe que no hay personas en el entorno de la vertical de su puesto de trabajo; les evitará quemaduras fortuitas.
- No deje la pinza directamente en el suelo o sobre la perfilería. Deposítela sobre un portapinzas, evitará accidentes.

- Pida que se le indique cual es el lugar más adecuado para tender el cableado del grupo, evitará tropiezos y caídas
- Compruebe que su grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura
- Desconecte totalmente el grupo de soldadura cada vez que haga una pausa de consideración (almuerzo, comida o desplazamiento a otro lugar)
- Escoja el electrodo adecuado para el cordón a soldar
- Cerciórese de que están bien aisladas las pinzas portaelectrodos y los bordes de conexión
- Utilice aquellas prendas de protección personal que se le recomienden, aunque le parezcan incómodas o poco prácticas. Considere que sólo se pretende que usted no sufra accidentes
- Se suspenderán los trabajos de soldadura en esta obra (montaje de estructuras) en presencia de lluvia, nieve hielo o viento igual o superior a 60 Km/h y cuando se detecte la presencia de una tormenta.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo el régimen de lluvias, en prevención del riesgo eléctrico.
- Se prohíbe expresamente en esta obra la utilización de portaelectrodos deteriorados, en prevención del riesgo eléctrico.

Protecciones colectivas

- Cubierta protectora de los bornes de conexión del grupo.
- Puesta a tierra de los dos circuitos: el de alimentación y el de utilización.
- Aislamiento de las pinzas portaelectrodos.

Protecciones personales

- Si existe homologación expresa del Ministerio de Trabajo y SS., las prendas de protección personal a utilizar en esta obra estarán homologadas.

EBSS

- Casco de polietileno para desplazamiento por la obra
- Pantalla de soldar
- Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico (especialmente el ayudante)
- Guantes de cuero de manga larga con las costuras en el interior
- Botas de seguridad (clase I ó III)
- Ropa de trabajo
- Mandil de cuero
- Guantes aislantes (maniobras en el grupo bajo tensión)
- Cinturón de seguridad clase A (trabajo y desplazamientos con riesgo de caída desde altura)
- Los equipos adecuados a los riesgos propios de la ubicación dentro de la obra

8.7. RADIAL

a) Riesgos más frecuentes

- Contactos eléctricos
- Erosiones o/y cortes en las manos
- Proyección de fragmentos
- Rotura del disco
- Higiénicos (ruido, polvo)

b) Medidas preventivas

Antes de iniciar los trabajos se comprobará:

- Que lleva toda las piezas de las carcasas de protección
- El estado del cable y de la clavija de conexión
- Los discos de corte

- La manguera de conexión deberá de tener una longitud máxima de 2 m. en la salida de la herramienta.
- Se utilizarán siempre con la protección mecánica del elemento de corte.
- Será obligatorio el uso de gafas de seguridad homologadas, tanto para el oficial como para el ayudante.
- Se utilizará el disco adecuado al tipo de trabajo a realizar (corte, esmerilado, etc.).
- Comprobar las revoluciones de la máquina y las que indica el disco.
- Se procurará no recalentar el disco.
- No se dejará el disco en movimiento en el suelo.
- Se sujetará con fuerza para evitar deslizamientos que produzcan lesiones en las extremidades inferiores o en el abdomen.
- El tamaño del disco deberá ajustarse a las dimensiones de la carcasa de protección.
- Ante cualquier desperfecto se avisará al encargado de obra para su reparación.
- Para sustituir el disco, se desconectará la radial y se utilizarán las llaves adecuadas. Nunca emplear otra herramienta. (ej. cortafríos).
- Los materiales que se vayan a trabajar, se fijarán previamente de forma que no puedan moverse.
- El disco trabajará siempre perpendicular al paramento.
- No se realizarán cortes en zonas poco accesibles y en zonas inclinadas lateralmente, ya que el disco podría romperse.
- Está prohibida utilizar la radial desde escaleras. Se realizarán siempre sobre plataforma de trabajo.

c) Protecciones personales

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo

EBSS

- Gafas antiproyecciones
- En trabajos continuos:

  Mascarilla antipolvo

  Protectores auditivos

Este tipo de máquina será utilizado en las labores que conciernen al montaje y construcción de la instalación hidráulica.

8.8. SIERRA CIRCULAR

a) Riesgos más frecuentes

- Cortes
- Golpes por objetos
- Abrasiones
- Atrapamientos
- Emisiones de partículas
- Emisión de polvo
- Ruido ambiental
- Contacto con la energía eléctrica

b) Medidas preventivas

- Las sierras circulares no se ubicarán en el interior de áreas de batido de cargas suspendidas del gancho de la grúa, para evitar los riesgos por derrame de la carga.
- El uso estará restringido a personal autorizado con experiencia en esta máquina.
- Antes de poner la máquina en servicio comprobar que no está anulada la puesta a tierra.

- Antes de iniciar el corte, con la máquina desconectada de la energía eléctrica, girar el disco a mano. Sustituirle si está fisurado, rajado o le falta algún diente.
- Extraer previamente los elementos metálicos, ya que puede fracturarse el disco o salir descontrolada la madera de forma descontrolada.

c) Protecciones personales

- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de cuero

Este tipo de máquina será utilizado en las labores que conciernen al montaje y construcción de la instalación hidráulica.

9.- MEDIOS AUXILIARES

9.1. ANDAMIOS METÁLICOS TUBULARES

No se contempla la utilización de andamios de ninguna clase.

9.2. ESCALERAS DE MANO

a) Riesgos más frecuentes:

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos o herramientas en manipulación.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos, máquinas y/ o herramientas.
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos o máquinas.
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos.
- Riesgos derivados del padecimiento de enfermedades no detectadas epilepsia, vértigo, mareos, etc.

b) Medidas preventivas:

- Las escaleras de madera tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños o travesaños de madera estarán ensamblados.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla o cable de acero de limitación de apertura máxima.
- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros.
- Las escaleras de mano estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes.
- Las escaleras de mano estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
- Las escaleras sobrepasarán en 90 cm. la altura a salvar.
- No transportar pesos a mano o a hombro, iguales o superiores a 25 Kg. en las escaleras de mano.
- El acceso a las escaleras de mano se realizará de uno en uno, quedando prohibido la utilización al unísono de la escalera de dos o más operarios.
- El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano se efectuará frontalmente; es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

c) Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad según los casos.
- Calzado antideslizante según los casos.
- Cinturón de seguridad para trabajos a 2 o más metros de altura.
- Trajes para ambientes lluviosos.
- Guantes de cuero.

10. - PLIEGO DE CONDICIONES

10.1.- DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACION

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Real Decreto 555/1986 de 21 de Febrero, B.O.E. del 21 de Marzo por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas.
- Real Decreto 84/1990 de 19 de Enero, por el que se modifica el Real Decreto 555/1986 de 21 de Febrero sobre obligatoriedad de un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas.
- Orden de 20 de Septiembre de 1986 por la que se establece el modelo de Libro de incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.
- Real Decreto 24/1961 de 30 de Noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- Estatuto de los Trabajadores, B.O.E. 14 de Marzo de 1980.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene O.M. de 9 de Marzo de 1971, B.O.E. de 16 de Marzo.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborables nº 31/1995 de 8 de Noviembre, B.O.E. nº 269 de 10 de Noviembre.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1997 de 17 de Enero, B.O.E. nº 27 de 31 de Enero.
- Plan Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, O.M. de 9 de Marzo de 1971, B.O.E.de 11 de Marzo.
- Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Decreto 432/71 de 11 de Marzo, B.O.E. de 16 de Marzo.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción, O.M. de 20 de Mayo de 1952, B.O.E. de 15 de Junio.
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa O.M. de 21 de Noviembre de 1959, B.O.E. de 27 de Noviembre.
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica, O.M. de 28 de Agosto de 1970, B.O.E. de 7 de Septiembre.

- Homologación de Medios de Protección Personal de los Trabajadores, O.M. de 17 de Mayo de 1974, B.O.E. de 29 de Mayo.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, por Decreto 842/2002 del Ministerio de Industria del 2 de Agosto. Instrucciones complementarias del R.E.B.T

Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Reglamento de los Aparatos Elevadores para Obra O.M. de 23 de Mayo de 1977, B.O.E. de 14 de Junio.
- Real Decreto 2291/1985 de 8 de Noviembre por el que aprueba el Reglamento de aparatos de elevación y manutención.
- Real Decreto 1495/1986 de 26 de Mayo por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas.
- Reglamento de Aparatos a Presión, R.D. 1244/1979 de 4 de Abril, R.D. 1504/1990 de 23 de Noviembre e Instrucciones Técnicas Complementarias aplicables.
- Real Decreto 1.249, B.O.E. de 29 de Mayo de 1979.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, B.O.E. nº 27 de 31 de Enero.
- Otras disposiciones de Seguridad y Salud actualmente vigentes que la buena práctica del oficio aconseje, o bien se promulguen durante el desarrollo de la obra.

10.2.- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCION

Todas las prendas de protección personal o elementos de seguridad colectiva, se limitarán en su uso a un período de vida útil, desechándolos a su término. Si los elementos o prendas se deterioran o adquieren holgura superior a la admisible, se repondrán inmediatamente aunque no hayan llegado al límite de su vida previsto.
Todos los elementos de protección personal se ajustarán a las normas de homologación del Ministerio de Trabajo siguientes:

M.T.1 Cascos de Seguridad no Metálicos (B.O.E. 30.12.74).
M.T.2 Protecciones Auditivas (B.O.E. 1.975).
M.T.3 Pantallas para Soldadores.

M.T.4 Guantes Aislantes de la Electricidad (B.O.E. 3.9.75).

M.T.5 Calzado de Seguridad Contra Riesgos Mecánicos (B.O.E. 12.2.80).
M.T.7 Adaptadores Faciales (B.O.E. 2.9.77).
M.T.13 Cinturones de Sujeción (B.O.E. 2.9.77).
M.T.16 Gafas de Montura Universal para Protección Contra Impactos (B.O.E. 17.8.78).
MT.17 Oculares de Protección Contra Impactos (B.O.E. 7.2.79).
MT.21 Cinturones de Suspensión (B.O.E. 16.3.81).
MT.22 Cinturones de Caída (B.O.E. 17.3.81).
MT.25 Plantilla de Protección Frente a Riesgos de Perforación (B.O.E. 13.10.81).
M.T.26 Aislamiento de Seguridad de las Herramientas Manuales en los Trabajos Eléctricos de Baja Tensión (B.O.E. 10.10.81).
MT.27 Bota Impermeable al Agua ya la Humedad (B.O.E. 22.12.81).
MT.28 Dispositivos Anticaída.
Norma Básica de Edificación NBE-CPI/96 sobre condiciones de protección contra incendios en edificios, RD 2177/1996 de 4 de Octubre, BOE de 29 Noviembre, corregida el 4 de Octubre, BOE de 13 de Octubre.

Cuando para algún elemento no exista norma de homologación oficial, ésta será de calidad adecuada a la prestación deseada.
Elementos de protección personal antiácido según especificaciones del licenciante del proceso (gafas protectoras, buzos, guantes y botas de neopreno, equipos respiratorios específicos, etc.).
Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijados un período de vida útil, desechándose a su término.
Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega
Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo por un accidente), será desechado y repuesto al completo.
Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holgura o tolerancias de las

admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un nesgo en si mismo.

10.2.1.- PROTECCIONES PERSONALES

Todo elemento de protección se ajustará a la Norma de Homologación del Ministerio de Trabajo, siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

10.2.2.-PROTECCIONES COLECTIVAS

Pórticos limitadores de gálibo

Dispondrán de un dintel debidamente señalizado.

Vallas autónomas de limitación u protección

Tendrán como mínimo 90 cm. de altura, estando construidas con tubo metálico de 40 mm. de diámetro.

Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

Topes de desplazamiento de vehículos

Podrán realizarse con dos tablones, fijados al terreno por medio de redondos clavados al mismo o de otra forma eficaz.

Redes

Serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.

Cables fijadores de cinturón de seguridad, sus anclajes, soportes y anclajes de redes

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

Interruptores diferenciales y tomas de tierra

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.
Se medirá su resistencia periódicamente y al menos en la época más seca del año.

Extintores

Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendios previsibles y se revisarán cada 6 meses como máximo.
Se llevará un cuidadoso control del estado de los precintos, ya que éstos nos indicarán si el extintor ha sido utilizado.

10.3.- SERVICIOS DE PREVENCION

10.3.1.-SERVICIO TECNICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Las empresas constructoras deberán disponer de un servicio de asesoramiento en Seguridad y Salud en el Trabajo.

10.3.2.-SERVICIO MÉDICO

Los servicio médicos en caso de accidente se atenderán desde el Hospital más próximo a la obra que es el Hospital provincial de Lugo, situado en la Calle Santiago s/n a una distancia de 1 km de la obra.

10.4.- VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITE DE SEGURIDAD Y SALUD

Cada empresa nombrará sus Vigilantes de Seguridad, de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.
Se constituirá el Comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboral de la Construcción, o en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

10.5.- INSTALACIONES MÉDICAS Y DE SALUD

10.5.1.- INSTALACIONES MÉDICAS

El botiquín de primeros auxilios se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido. Este botiquín no suplirá en ningún caso la existencia del Servicio Médico de empresa o mancomunado.

10.5.2.- INSTALACIONES DE SALUD Y BIENESTAR

Cada Contratista dispondrá de vestuarios y servicios higiénicos debidamente dotados.
El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos y calefacción.
Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez (10) trabajadores y un W.C. por cada veinticinco (25) trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

Para la limpieza y conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

10.6.- PLAN DE SEGURIDAD Y DE SALUD

Este Plan de Seguridad y salud complementará y desarrollará en lo que sea preciso, las previsiones contenidas en el presente Estudio, en función del sistema de realización de los distintos trabajos y unidades de obra. En el Plan se incorporarán las normas y medidas preventivas que deberán adoptar las empresas constructoras o subcontratistas de Obra, quienes estarán obligadas a redactar su propio Plan detallado de Seguridad y Salud en el Trabajo a ellos asignado, siguiendo estas directrices.

El Plan de Seguridad y Salud será presentado a las autoridades laborales competentes, según exige la legislación vigente.

5. PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1.- PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS …… 6
1.1.- OBJETO …… 6
1.2.- TRABAJOS A REALIZAR POR EL INSTALADOR CALEFACTOR …… 6
1.3.- TRABAJOS EXCLUIDOS …… 6
1.4.- CALIDAD Y NORMA DE MONTAJE …… 6
1.4.1.- COORDINACIÓN DE TRABAJOS CON OTROS OFICIOS …….. 6
1.4.2.- PLANOS DE DETALLE …… 7
1.4.3.- INSPECCIÓN DE LOS TRABAJOS ……..... 7
1.4.4.- CALIDAD DE LOS MATERIALES …….. 8
1.4.5.- MONTAJE ……..…….. 8
1.4.5.1.- SALA DE MÁQUINAS …….. 8
1.4.5.1.1.- INSTALACIÓN DE MAQUINARIA …….. 8
1.4.5.1.2.- LOCALES …… 9
1.4.5.1.3.- BANCADA, DESAGÜES Y PURGAS …… 10
1.4.5.1.4.- CALDERAS …… 11
1.4.5.1.5.- CHIMENEAS Y CONDUCTOS DE HUMO ……... 11
1.4.5.1.6.- COMBUSTIBLE …… 13
1.4.5.2.- TUBERÍAS – VALVULERÍAS Y ACCESORIOS …… 13
1.4.5.2.1.- TUBERÍAS …….. 14
1.4.5.2.2.- VALVULERÍA …… 18
1.4.5.2.3.- ACCESORIOS ……... 18
1.4.5.2.4.- BOMBAS DE CIRCULACIÓN …… 19
1.4.5.3.- ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL …… 20
1.4.5.3.1.- VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS …….. 20
1.4.5.3.2.- TERMOSTATO DE AMBIENTE …….. 21
1.4.5.3.3.- VÁLVULAS MOTORIZADAS ……... 21
1.4.5.3.4.- CENTRALITA ELECTRÓNICA …… 21
1.4.- AISLAMIENTO ……..…… 22
1.5.- PUESTA EN MARCHA …….. 24
1.6.- OTRAS CONSIDERACIONES …….. 25

2. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES …… 25

Naturaleza y objetivo del Pliego

Documentación del contrato de obra

2.1.- CONDICIONES FACULTATIVAS …….. 26

2.1.1. DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS …….…… 26

El ingeniero

El contratista

2.1.2. OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA ……..…… 28

Verificación de los documentos del proyecto

Plan de seguridad y Salud

Programa de control de calidad

Oficina en la obra

Representación del contratista

Presencia del contratista en la obra

Trabajos no estipulados expresamente

Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Recusación por el contratista del personal nombrado por el ingeniero

Faltas del personal

Subcontratas

2.1.3. PRESCRIPCIONES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES ……..... 31

Accesos y vallados

Replanteo

Inicio de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos

Orden de los trabajos

Facilidades para otros contratistas

Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Prórroga por causa de fuerza mayor

Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Documentación de obras ocultas.

Trabajos defectuosos
Vicios ocultos
De los materiales y de los aparatos. Su procedencia
Presentación de muestras
Materiales no utilizables
Materiales y aparatos defectuosos
Gastos ocasionados por pruebas y ensayos
Limpieza de las obras
Obras sin prescripciones

2.1.4. DE LAS RECEPCIONES DE OBRAS …… 36

De las recepciones provisionales
Documentación final de la obra
Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra
Plazo de garantía
Conservación de las obras recibidas provisionalmente
De la recepción definitiva
Prórroga del plazo de garantía
De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

2.2.- CONDICIONES ECONÓMICAS …… 39

2.2.1. PRINCIPIO GENERAL …….. 39

2.2.2. FIANZAS ……... 39

Fianza en subasta pública
Ejecución de trabajos con cargo a la fianza
Devolución de fianzas
Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

2.2.3. DE LOS PRECIOS …… 41

Composición de los precios unitarios
Precios de contrata importe de contrata
Precios contradictorios
Reclamación de aumento de precios

Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
De la revisión de los precios contratados
Acopio de materiales

2.2.4. OBRAS POR ADMINISTRACIÓN …….. 44

Administración
a) obras por administración directa
b) obras por administración delegada o indirecta
Liquidación de obras por administración
Abono al contratista de las cuentas de administración delegada
Normas para la adquisición de los materiales y aparatos
Del contratista en el bajo rendimiento de los operarios
Responsabilidades del contratista

2.2.5. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS …….. 47

Formas de abono de las obras
Relaciones valoradas y certificaciones
Mejoras de obras libremente ejecutadas
Abono de trabajos presupuestados con partida alzada
Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados
Pagos
Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de Garantía

2.2.6. DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS …… 51

Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras
Demora de los pagos por parte del propietario

2.2.7. VARIOS …… 52

Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra
Unidades de obra defectuosas, pero aceptables
Seguro de las obras
Conservación de la obra
Uso por el contratista de bienes de la propiedad
Pago de arbitrios

2.3. - CONDICIONES LEGALES …….. 55

Contratistas
Contrato
Adjudicación
Subastas y concursos
Formalización del contrato
Arbitraje obligatorio
Jurisdicción competente
Responsabilidad del contratista
Accidentes de trabajo
Daños a terceros
Anuncios y carteles
Copia de documentos
Hallazgos
Causas de rescisión del contrato
Suministro de materiales

2.4. - NORMAS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO ……..…… 60

1.-PLIEGO DE CONDICIONES

1.1.- OBJETO

El presente pliego de condiciones tiene por objeto, la definición de los siguientes conceptos:

1.- Trabajos incluidos en el proyecto a realizar por el instalador calefactor.

2.- Trabajos que por sus características y afectando al montaje del equipo será realizado por otros (trabajos excluidos).

3.- Calidad y norma de montaje de los materiales que forman el equipo del total de la instalación.

4.- Definición de la puesta en marcha y pruebas a realizar por el instalador.

1.2.- TRABAJOS A REALIZAR POR EL INSTALADOR CALEFACTOR

El instalador calefactor, deberá realizar todos los trabajos que sean necesarios para la perfecta unión y montaje de todos los elementos que integran la instalación y que se describen en el presupuesto del presente proyecto, de tal forma que la instalación quede en perfecto estado de funcionamiento.

1.3.- TRABAJOS EXCLUIDOS

1.3.1.- BANCADAS DE MAQUINARIA.

1.3.2.- EXCAVACIONES, ANDAMIAJES Y ALBAÑILERÍA EN GENERAL.

1.3.3.- AYUDA DE PEONAJE PARA EL MOVIMIENTO DE MAQUINARIA DENTRO DE LA OBRA.

1.3.4.- SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE Y ENERGÍA PARA PRUEBAS.

NOTA.- El instalador asesorará en todo momento a la contrata de arquitectura y obra civil para las provisiones necesarias de huecos, chimeneas, acometidas eléctricas o cualquier otro tipo de ayuda para la instalación correspondiente.

1.4.- CALIDAD Y NORMA DE MONTAJE

1.4.1.- COORDINACIÓN DE RECEPCIÓN DE EQUIPOS Y TRABAJOS CON OTROS OFICIOS

El instalador de calefacción coordinará su trabajo con la empresa constructora y los instaladores de otras especialidades que puedan afectar a su instalación y al montaje final de sus equipos. Existen unas condiciones de suministro y ejecución de equipos y materiales que deberán cumplir todas las partes implicadas en el presente proyecto de instalación. Una vez recepcionados los equipos se verificará que sean los correctos para su instalación y se definirán los parámetros de montaje adecuadamente según las necesidades de la instalación y en concordancia con las características del equipo. Cumpliendo con las garantías y condicionnes establecidas. A continuación se seguirá estrictamente la planificación establecida en el proyecto con el fin de cumplir los plazos correctamente, evitando así futuros problemas con el cliente o con los proveedores. También se exigirá el cumplimiento de plazos a dichos proveedores siguiendo el protocolo establecido entre todas las partes, sincronizando todas las fases de la instalación y siguiendo el protocolo establecido.

El instalador suministrará a la dirección de obra toda la información de construcción concerniente a su trabajo, tal como:

Situación exacta de bancadas, anclajes, huecos, dimensiones, materiales, soportes, chimeneas, etc., dentro del plazo exigido para no entorpecer la marcha general de la obra.

1.4.2.- PLANOS DE DETALLE

El instalador preparara todos los planos de modificación sobre la base de este proyecto en caso de interesar por motivos constructivos, siendo aprobados por la Dirección de Obra, si lo considera correcto, previo estudio de los mismos.

La aprobación de los planos por la dirección de obra en general y no relevará de modo alguno al instalador de la responsabilidad de errores y la necesidad de los mismos por su parte.

1.4.3.- INSPECCIÓN DE LOS TRABAJOS

La dirección de obra, podrá realizar todas las revisiones e inspecciones, tanto en talleres como en edificios de obra, fábricas, etc. donde el instalador se encuentre realizando los

trabajos relacionados con la instalación, siendo estas revisiones a criterio de la dirección de obra para la buena marcha de esta.

1.4.4.- CALIDAD DE LOS MATERIALES

La maquinaria, materiales o cualquier otro elemento en el que sea definible una calidad, será el indicado en el proyecto.

Si el instalador propusiera uno de calidad similar, solo la dirección de obra decidirá su sustitución.

1.4.5.- MONTAJE

El montaje de los diversos materiales corresponderá con las técnicas actuales en uso para su mejor acabado, siguiéndose en general las normas expuestas en el documento manuales. Una vez recepcionados los materiales, deberá ser verificado su uso correcto en la instalación proyectada y, si es preciso, se deberán realizar las pruebas pertinentes de comprobación de calidades durante la ejecución de la instalación siguiendo el protocolo establecido por la entidad.

1.4.5.1.- SALA DE COLOCACIÓN DE EQUIPOS

1.4.5.1.1.- INSTALACION DE LOS EQUIPOS.

Las instalaciones deberán ser perfectamente accesibles en todas sus partes de forma que puedan realizarse adecuadamente y sin peligro todas las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción particularmente:

A - Los motores y sus transmisiones deberán estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal.

B - Entre los distintos equipos y elementos situados en la sala de máquinas existirá el espacio libre mínimo recomendado por el fabricante, para poder efectuar las operaciones de mantenimiento, vigilancia o conducción requeridas.

C - Deberán existir además suficientes pasos y accesos libres para permitir el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban ser reparados fuera de la sala de maquinas.

D - El cuadro eléctrico, con su interruptor general, deberá estar situado lo más próximo posible a la puerta de acceso, así como, en su caso, el interruptor del ventilador de extracción de aire.

E - La conexión entre la caldera y la chimenea deberá ser perfectamente accesible y permitirá el drenaje de los condensados y un adecuado tiro. El tiro, en casos excepcionales, podrá asegurarse mediante extracción mecánica.

1.4.5.1.2.- LOCALES

A - Las puertas de entrada se abrirán siempre hacia afuera y tendrán la resistencia al fuego que se fije en la reglamentación especifica, siendo estancas al paso de humos y de eventuales escapes de refrigerante, para lo cual su permeabilidad no será superior a 1 dm^3/sm^2 bajo una presión diferencial de 100 Pa.

B - No se permitirá ninguna abertura o toma de ventilación que comunique con otros locales. Garajes, almacenes, etc. No se permitirá la instalación de climatizadores en sala de calderas.

C - Las paredes, suelo y techo tendrán la resistencia al fuego que establezca la reglamentación especifica y cuando la sala de máquinas sea adyacente a un local compacto (vivienda, oficinas, etc.) se dispondrá de una separación acústica suficiente.

Las paredes, suelo y techo no permitirán filtraciones de humedad, impermeabilizándolas en caso necesario.

D - La sala de colocación de equipos dispondrá de un sistema de desagüe eficaz con un diámetro mínimo de 100 mm y si la evacuación no es por gravedad, se preverá un depósito o pozo de bombeo, debidamente dimensionado.

E - La iluminación de la sala de equipos será suficiente para realizar con comodidad los trabajos de conducción e inspección de los equipos y elementos en ella situados.

Esta iluminación se reforzara cuando sea preciso para poder apreciar sin necesidad de iluminación portátil las lecturas de los aparatos de regulación y control.

F - La estructura del edificio particularmente si es metálica, que queda dentro de la sala de máquinas, se protegerá contra el fuego y las altas temperaturas.

G - Cuando exista una salida de emergencia estará señalada con la indicación " SALIDA DE EMERGENCIA " recomendándose disponer junto a ella una luz piloto de emergencia.

H - Colocación de carteles indicadores señalados en la IT.IC.03.09.

1.4.5.1.3.- BANCADAS, DESAGUES Y PURGAS

Las calderas se instalarán sobre bancadas de hormigón que se elevarán 10 cm sobre el pavimento de dicha sala.

Los colectores y bombas dispondrán así mismo de bancada de iguales características, pero además con un desagüe que impida eficazmente la acumulación de agua en la sala de máquinas caso de rotura de algún elemento, goteo de prensaestopas de bombas o limpieza de filtros.

No se conducirán vaciados sino solamente hasta las proximidades de rejilla situada junto a bancadas, tal y como quedan reflejadas en los planos, de tal forma que en caso de avería de una válvula de vaciado, esta pueda observarse inmediatamente.

Todas las purgas y conducciones de válvulas de seguridad, se recogerán en un embudo construido a tal fin, que desaguará en arqueta.

1.4.5.1.4.- EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE CALOR.

Los equipos de producción de calor serán de un tipo registrado por el Ministerio de

Industria y Energía y dispondrán de la etiqueta de identificación energética en la que se especifique el nombre del fabricante y del importador, en su caso, marca, modelo, tipo, número de fabricación, potencia nominal, combustibles admisibles y rendimiento energético nominal con cada uno de ellos. (En proyecto no exiten).
Estos datos estarán escritos en castellano, marcados en características indelebles.

Estos equipos deberán estar construidas para poder ser equipadas con los dispositivos de seguridad necesarios, de manera que no presenten ningún peligro de incendio o explosión.

Todos los aparatos para producción de calor en donde por un defecto de funcionamiento se puedan producir concentraciones peligrosas de gases inflamables o polvo de carbón, con potencia superior a 100 Kw. estarán provistos de los dispositivos antiexplosivos.

Las diversas partes de las calderas deben ser suficientemente estables y podrán dilatarse libremente, conservando la estanqueidad, sin producir ruidos.

Los aparatos de calefacción deben estar provistos de un número suficiente de aberturas, fácilmente accesibles para su limpieza y control.

1.4.5.1.5.- CHIMENEAS Y CONDUCTOS DE HUMO

Cuando la chimenea sea interior al edificio, el conducto de humos irá encerrado en una caja hermética y resistente a la temperatura de 400ºC cuyas pérdidas acústicas por transmisión TL, sea como mínimo 40 dB.

Se podrá utilizar la cámara entre conducto y la caja para ventilación de la sala de calderas. La distancia entre la caja y el exterior del conjunto de humos será al menos de 5 cm asegurándose en su construcción el mantenimiento de esta distancia.

Se recomienda que esta caja tenga orificios de ventilación en su parte baja y en su parte superior. Estos orificios de ventilación no podrán abrirse a habitaciones, cocinas, aseos o áticos.

Cuando la chimenea sea exterior al edificio o este adosada a el, las pérdidas de calor por la superficie de la misma no serán superiores a 1,45 W/m^{2}ºC. para combustibles sólidos y

líquidos y 2 W/m^{2o}C. para combustibles gaseosos, debiéndose calcular estos coeficientes para una temperatura de los materiales constructivos de la chimenea y del conducto de humos de 200ºC.

Cuando la chimenea esté adosada al edificio regirán para la temperatura de las paredes de los locales contiguos los mismos requisitos que para chimeneas interiores a edificios señalados más adelante.

Los registros para la comprobación de las condiciones de combustión se harán en la sala de calderas o al exterior, nunca en comunicación con locales interiores.

En chimeneas que no estén situadas al exterior y a una distancia a huecos superiores a 5 m, estos orificios tendrán una tapa que permita su cierre hermético una vez realizadas las operaciones de inspección. Se exceptúa la necesidad de cierre hermético, cuando la chimenea en el lugar de la medida tenga normalmente una depresión igual o superior a 4 mmcda, el diámetro de la perforación no sea superior a 8 mm y este hecho en una sala de calderas correctamente ventilada.

En cualquier caso existirá otro orificio para toma de muestras a la salida de la caldera, a una distancia de 50 cm de la unión a la caldera y de cualquier accidente que perturba las medidas que se realicen.

Igualmente existirá otro orificio a una distancia no menor de 1 m ni mayor de 4 m de la salida de humos de la chimenea.

Estos orificios para medida tendrán un diámetro entre 5 y 10mm.

Cuando los registros se hagan en los tramos de chimenea que van dentro del fuste, se adoptarán las medidas adecuadas para asegurar la estanqueidad en cada chimenea una vez realizada la medición.

En el caso de orificios de toma para muestreo continuo se asegurará la hermeticidad entre el tubo de toma de muestras y la pared de las chimeneas.

La chimenea no irá atravesada por elementos ajenos a la misma (elementos resistentes, tuberías de instalaciones, etc.).

No podrán utilizarse como elementos constitutivos de la chimenea ningún paramento del edificio.
El conducto de humos estará aislado térmicamente de modo que la resistencia térmica del conjunto conducto-caja sea tal que la temperatura en la superficie de la pared de los locales contiguos a la chimenea no sea mayor de 5ºC., por encima de la temperatura ambiente de proyecto de este local y en ningún caso sea superior a 28ºC. La localización de este aislamiento térmico se hará sobre el conducto para evitar el enfriamiento de los gases.

Se cuidara la estanqueidad de la caja donde va alojado el conducto o conductos de humos, en especial en los encuentros con forjados, cubierta, etc.

La estructura del conducto de humos será independiente de la obra y de la caja, a las que irá unida únicamente a través de soportes, preferentemente metálicos, que permitan la libre dilatación de la chimenea. En las chimeneas de varios canales, cada uno de ellos podrá dilatarse independientemente de los demás. Estas dilataciones no deberán producir ruidos molestos en el interior o en el exterior de las viviendas.

Cuando atraviesen fachadas o tabiques, lo harán por medio de manguitos de diámetros superiores a 4 cm a los del tubo y rellenando el espacio entre ambos con material resistente al fuego.

El material del conducto de humos será resistente a los humos, al calor y a las posibles corrosiones ácidas que se pudieran formar.

Podrán ser de material refractario o de hormigón resistente a los ácidos, de material cerámico o de acero inoxidable, u otro material idóneo.

1.4.5.1.6.- COMBUSTIBLE

La instalación de combustible, si existiera no es objeto de este proyecto y deberá estar sujeta a lo dispuesto en la Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las

instalaciones receptoras de gases (Orden 17-12- 85 , así como cumplir la Reglamentación vigente para este tipo de instalaciones.

1.4.5.2.- TUBERIAS - VALVULERIA Y ACCESORIOS

1.4.5.2.1.- TUBERIAS

Los materiales empleados en las canalizaciones de las instalaciones serán los indicados a continuación:

A - Conducción de combustibles líquidos: acero o cobre y sus aleaciones. Para estas canalizaciones no se empleará aluminio.

B - Conducciones de agua caliente, agua refrigerada o vapor a baja presión: serán de cobre, latón, acero negro soldado o estirado sin soldadura.

Cuando la temperatura no sobrepase los 53ºC. se podrá utilizar hierro galvanizado o tubería de plástico homologada. Para agua caliente sanitaria no se admitirán conducciones de acero negro soldado.

D - Conducciones de agua para refrigeración de condensados: Se podrán utilizar los mismos materiales que para agua caliente, enfriada o vapor a baja presión si el circuito es cerrado. Si es abierto no se empleará tubo de acero negro salvo que haya equipo de tratamiento anticorrosivo de agua. Tanto si el circuito es cerrado como si es abierto.

Se podrá utilizar tubería de plástico homologada.

E - Alimentación de agua fría: Tubo de acero galvanizado, cobre o plástico (P.V.C. o polietileno).

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales de edificio o con tres ejes perpendiculares entre si.

Las tuberías horizontales, en general deberán estar colocadas lo mas próximas al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico.

La holgura entre tuberías o entre estas y los paramentos, una vez colocado el aislamiento necesario, no será inferior a 3 cm.

La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitará un elemento estructural para poder colocar la tubería, sin autorización expresa del director de la obra de edificación.

Cuando la instalación esta formada por varios circuitos parciales, cada uno de ellos se equipará del suficiente número de válvulas de regulación y corte para poderlo equilibrar y aislar sin que se afecte al servicio del resto.

En los tramos curvos, los tubos no presentarán garrotas y otros defectos análogos, ni aplastamientos y otras deformaciones en su sección transversal.

Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de los tubos, o con piezas curvas, evitando la utilización de codos. Los cintrados de los tubos hasta 50 mm, se podrán hacer en frío, haciéndose los demás en caliente.

En los tubos de acero soldado las curvas se harán de forma que las costuras queden en fibra neutra de la curva. En caso de que existan una curva y una contracurva, situadas en planos distintos, ambas se realizarán con tubo de acero sin soldadura.

En ningún caso la sección de la tubería en las curvas será inferior a la sección en tramo recto.

En las alineaciones rectas, las derivaciones serán inferiores al dos por mil.

Las tuberías para calefacción irán colocadas de manera que no se formen en ellas bolsas de aire. Para la evacuación automática del aire hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores, los tramos horizontales deberán tener una pendiente mínima del 0,5 % cuando

la circulación sea por gravedad o del 0,2 %, cuando la circulación sea forzada. Estas pendientes se mantendrán en frío y en caliente. Cuando debido a las características de la obra haya que reducir la pendiente, se utilizará el diámetro de tubería inmediatamente superior al necesario.

La pendiente será ascendente hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores con preferencia en el sentido de circulación del agua.

Los apoyos de las tuberías, en general serán los suficientes para que, una vez calorifugadas, no se produzcan flechas superiores al dos por mil, ni ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a que estén unidas, como calderas, intercambiadores, bombas, etc.

La sujeción se hará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tubos, dejando libres zonas de posible movimiento tales como curvas.

Cuando por razones de diversas índole sea conveniente evitar desplazamientos no convenientes para el funcionamiento correcto de la instalación, tales como: desplazamientos, transversales o giros en uniones, en estos puntos se pondrá un elemento de guiado.

Los elementos de sujeción y de guiado permitirán la libre dilatación de la tubería, y no perjudicarán al aislamiento de la misma.

En tuberías sin aislamiento o cuando las abrazaderas sujetan directamente el tubo, estas serán de tipo isofónico con banda de goma u otro material aislante, entre las mismas y el tubo.

Las distancias entre soportes para tuberías de acero serán como máximo las indicadas en la tabla 16.1. de la IT.IC.16.

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados, etc. se dispondrán manguitos protectores que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica. Si la tubería va aislada, no se interrumpirá el aislamiento en el manguito.

Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm, de la parte superior en los pavimentos.

Los tubos tendrán la mayor longitud posible, con objeto de reducir al mínimo el número de uniones.

En las conducciones para vapor o baja presión, agua caliente, agua refrigerada, las uniones se realizarán por medio de piezas de unión, manguitos o curvas, de fundición maleable, bridas o soldadura.

Los manguitos de reducción en tramos horizontales, serán excéntricos y enrasados por la generatriz superior. En las uniones soldadas en tramos horizontales los tubos se enrasarán por su generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

Antes de efectuar una unión, se repasarán las tuberías para eliminar las rebabas que puedan haberse formado al cortar o aterrajar los tubos.

Cuando las uniones se hagan con bridas, se interpondrá entre ellas una junta de amianto en las canalizaciones por agua caliente refrigerada y vapor a baja presión.

Las uniones con bridas, visibles o cuando sean previsibles condensaciones, se aislarán de forma que su inspección sea fácil.

Al realizar la unión de dos tuberías no se forzaran estas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc.

Todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 150 % a la de trabajo.

Se prohíbe expresamente la ocultación o enterramiento de uniones metálicas.

La tubería de acero recocido tipo MANNESMAN, normalmente empleada en la consecución de anillos de sistema monotubo o ramales de derivaciones en otros sistemas, se montará con especial cuidado cuando se las empotre en suelos o muros en evitación de posibles aplastamientos o deformaciones, no admitiéndose empalmes en la tubería empotrada.

Para la tubería de acero recocido tipo MANNESMAN, siempre que se instale empotrada en el suelo, será del tipo protegido con revestimiento de polipropileno, en evitación de posibles corrosiones y efectos de aislamiento térmico.

Las tuberías a elementos o piezas de otro material, tales como convectores, radiadores, válvulas, tubería de acero, etc. se efectuarán mediante las piezas de transición del sistema de compresión de la misma casa fabricante del tubo, o mediante uniones desmontables por ovalillos de presión y tuercas.

1.4.5.2.2.- VALVULERIA

Las válvulas estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo se recomienda que sea cuatro veces el diámetro nominal de la válvula sin sobrepasar 20 cm. En cualquier caso permitirá que las operaciones de apertura y cierre se hagan cómodamente.

Serán estancas, interior y exteriormente, es decir, con la válvula en posición abierta y cerrada, a una presión hidráulica igual a vez y media de la de trabajo, con un mínimo de 600Kpa. Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula.

Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 Kpa, deberá llevar troquelada la presión máxima de trabajo a que pueda estar sometida.

1.4.5.2.3.- ACCESORIOS

Los espesores mínimos de metal, de los accesorios para embridar o roscar serán los adecuados para soportar las máximas presiones y temperaturas a que hayan de ser sometidas.

Serán de acero, hierro fundido, fundición maleable, cobre, bronce o latón, según el material de la tubería.

Los accesorios soldados podrán utilizarse para tuberías de diámetro comprendidos entre 10 y 600mm.

Estarán proyectados y fabricados de modo que tengan por lo menos resistencia igual a la de la tubería sin costura a la cual van a ser unidos.

Para tuberías de acero forjado o fundido hasta 50 mm se admiten accesorios roscados.
Donde se requieran accesorios especiales, estos reunirán unas características tales que permitan su prueba hidrostática a una presión doble de la correspondiente al vapor de suministro en servicio.

1.4.5.2.4.- BOMBAS DE CIRCULACION

Antes y después de cada bomba de circulación se montará un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. En el caso de bombas en paralelo, este manómetro podrá situarse en el tramo común.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación quede en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser la suficiente para asegurar que no se producen fenómenos de cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

En conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable. En general, el eje del motor y de la bomba quedarán bien alineados, y se montarán un acoplamiento elástico si el eje no es común. Cuando los ejes del motor y de la bomba no estén alineados, la transmisión se efectuará por correas trapezoidales.

Salvo en instalaciones individuales con bombas especialmente preparadas para ser soportadas por la tubería, las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará preferentemente al suelo y no a las paredes. Se aislará elásticamente el grupo motobomba del resto de la instalación y de la estructura del edificio. Cuando las dimensiones de la tubería sean distintas a las de salida o entrada de la bomba se efectuará un acoplamiento cónico con un ángulo en el vértice no superior a 30 grados.

La bomba y su motor estarán montados con holgura a su alrededor, suficientes para una fácil inspección de todas sus partes.

El agua de goteo, cuando exista, será conducida al desagüe correspondiente. En todo caso, el goteo del prensaestopas, cuando deba existir será visible.

1.4.5.3.- ELEMENTOS DE REGULACION Y CONTROL

Los elementos de regulación y control serán los apropiados para los campos de temperaturas humedades, presiones, etc., en que normalmente va a trabajar la instalación.

Los elementos de control y regulación estarán situados en locales o elementos de tal manera que den indicación correcta de la magnitud que deban medir o regular, sin que esta indicación pueda estar afectada por fenómenos extraños a la magnitud que se requiere medir o controlar.

De acuerdo con esto, los termómetros y termostatos de ambiente estarán suficientemente alejado de las unidades terminales para que ni radiación directa de ellos, ni el aire tratado afecten directamente a los elementos sensibles del aparato.

Los termómetros, termostatos, hidrómetros y manómetros, deberán poder dejarse fuera de servicio y sustituirse con el equipo en marcha.

Todos los aparatos de regulación irán colocados en un sitio en el que fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora de los mismos o la posición de regulación que tiene cada uno.

Los equipos de regulación de las instalaciones deberán, como mínimo, cumplir las exigencias dadas en esta instrucción técnica y además deberán ser los adecuados para permitir el cumplimiento de los limites dados en estas Instrucciones Técnicas y en especial la IT.IC.04, debiendo el proyectista considerar el consumo de energía propio del sistema de regulación.

En particular, en los sistemas de regulación de tipo neumático se permitirá para cada aparato de control, un consumo máximo de 6 cm^3/s en condiciones normales. Las pérdidas

en las membranas de los pistones utilizados en estos sistemas, no podrán ser superiores a 0,4 cm^3/s en condiciones normales cuando están sometidos a la presión de 140 Kpa.

1.4.5.3.1.- VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS

Las válvulas termostáticas para superficies de calefacción responderán a las siguientes características:

Serán estancos, en posición cerrada, para la presión diferencial de 100 Kpa y deberán soportar, sin perjuicio de sus características, 10.000 ciclos de apertura y cierre, provocados por elevación y disminución de temperatura, desde sus posiciones extremas.

1.4.5.3.2.- TERMOSTATO DE AMBIENTE

Se instalarán a 1,5 metros sobre el suelo.

1.4.5.3.3.- VALVULAS MOTORIZADAS

Las válvulas estarán construidas con materiales inalterables por el líquido que va a circular por ellas.

1.4.5.3.4.- CENTRALITA ELECTRONICA

Cuando se instale una centralita electrónica de compensación de temperatura exterior, esta accionará una válvula motorizada de cuatro vías y que funcionará de la siguiente forma:

Una sonda situada en el exterior del edificio, estará captando constantemente la temperatura de exterior y mandando las órdenes correspondientes a la centralita.

Una sonda situada en la tubería de impulsión estará captando constantemente la temperatura de impulsión de agua del circuito de radiadores y mandando los resultados a la centralita.

Tanto la válvula como las sondas cumplirán las especificaciones de la IT.IC.13 en cuanto a calidad, capacidad de respuesta, pérdida de carga y tolerancia.

En general será necesario que la instalación que regulan las prestaciones determinadas en la IT.IC. Particularmente la IT.IC.04.

1.4.- AISLAMIENTO

La aplicación del material aislante deberá cumplir las exigencias que a continuación se indican:

Antes de su colocación deberá haberse quitado de la superficie aislada toda materia extraña, herrumbre, etc.

A continuación se dispondrán dos capas de pintura antioxidante u otra protección similar en todos los elementos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación.

El aislamiento se efectuará a base de mantas, filtros, placas, segmentos, coquillas soportadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, cuidando que haga un asiento compacto y firme en las piezas aislantes y de que se mantenga uniforme el espesor.

Cuando el espesor del aislamiento exigido requiera varias capas de este, se procurará que las juntas longitudinales y transversales de las distintas capas no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.

El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios, para que no se deteriore en el transcurso del tiempo.

El recubrimiento o protección del aislamiento se hará de manera que este quede firme y lo haga duradero. Se ejecutará disponiendo amplios solapes para evitar pasos de humedad al aislamiento y cuidando que no se aplaste.
En las tuberías y equipos situados a la intemperie, las juntas verticales y horizontales se sellarán convenientemente y el terminado será impermeable e inalterable a la intemperie, recomendándose los revestimientos metálicos sobre base de emulsión asfáltica o banda bituminosa.

La barrera anti-vapor, si es necesaria, deberá estar situada en la cara exterior del aislamiento, con el fin de garantizar la ausencia de agua condensada en la masa aislante.

Cuando sea necesaria la colocación de flejes, distanciadores, con objeto de sujetar el revestimiento y protección y conservar un espesor homogéneo del aislamiento, para evitar paso de calor dentro del aislamiento (puentes térmicos) se colocarán, remachadas, entre los mencionados distanciadores y la anilla distanciadora correspondiente plaquitas de amianto o material similar, de espesor adecuado.

Todas las piezas de material aislante, así como su recubrimiento protector y demás elementos que entren en este montaje, se presentarán sin defectos ni exfoliaciones.

Hasta un diámetro de 150 mm el aislamiento térmico de tuberías colgadas o empotradas deberá realizarse siempre con coquillas, no admitiéndose para este fin la utilización de lanas a granel o fieltros, solo podrán utilizarse aislamientos a granel en tuberías empotradas en el suelo.

En ningún caso, en las tuberías, el aislamiento por sección y capa presentará más de dos juntas longitudinales.

Las válvulas, bridas y accesorios se aislarán preferentemente con casquetes aislantes desmontables de varias piezas con espacio suficiente para que al quitarles se puedan desmontar aquellas (dejando espacio para sacar los tornillos), del mismo espesor que el calorifugado de la tubería en que están intercalados, de manera que al mismo tiempo que proporciona un perfecto aislamiento, sean fácilmente desmontables para la revisión de estas partes sin deterioro del material aislante. Si es necesario dispondrán de un drenaje.

Los casquetes se sujetaran por medio de abrazaderas de cinta metálica provista de cierres de palanca para que sea sencillo su montaje y desmontaje.

Delante de las bridas se instalará el aislamiento por medio de coronas frontales engatillados y de tal forma que puedan sacarse con facilidad los pernos de dichas bridas.

En el caso de accesorios para reducciones, la tubería de mayor diámetro determinará el espesor del material a emplear.

Se evitará en los soportes el contacto directo entre estos y la tubería.

El recubrimiento o protección del aislamiento de las tuberías y sus accesorios deberá quedar liso y firme.

Podrán utilizarse protecciones adicionales de plástico, aluminio, etc. siendo estas recomendables en las tuberías y equipos situados a la intemperie.

En estos casos, en los codos, arcos, tapas, fondos de depósitos y demás elementos de forma se realizara la protección en segmentos individuales engatillados entre si.

El aislamiento térmico de redes enterradas deberá protegerse de la humedad y de las corrientes de agua subterráneos o escorrentía.

Si las redes aisladas contienen agua sobrecalentada, fluidos térmicos o vapor de agua, el material deberá mantener un coeficiente de conductividad térmica suficiente a la temperatura de servicio

1.5.- PUESTA EN MARCHA

Antes de cubrir las tuberías que discurren ocultas, se probarán hidráulicamente por lo menos a una vez y media la presión de trabajo normal, corrigiendo cualquier posible fuga antes de proceder a su cubrimiento.

En la puesta en marcha de la instalación se comprobará el buen funcionamiento de la totalidad de los elementos que la integran, sustituyendo cualquiera de ellos que no funcione o fuera de las condiciones previstas, sean tanto los elementos mecánicos, estáticos, de protección y maniobra o de medida.

Se comprobará la distribución uniforme de calor en cada una de las dependencias de acuerdo con lo previsto, procediendo a un reglaje eficaz del sistema a través de los elementos previstos al efecto, realizándose de forma definitiva para el buen uso de la propiedad.

En caso de duda o verificación posterior, las mediciones de temperatura en el interior de las dependencias se efectuará con un termómetro contrastado de calidad suficiente (como mínimo de columna de mercurio + 1 % de error) suspendido a 1,5 metros del suelo en las proximidades del centro del recinto.

Cualquier deficiencia e imperfección de materiales o funcionamiento imputables al instalador, serán de su exclusiva responsabilidad, procedente a su corrección sin cargo alguno.

1.6.- OTRAS CONSIDERACIONES

Aparte de las consideraciones anteriores, se cumplirán en su totalidad, EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TERMICAS EN EDIFICIOS Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS y la reglamentación vigente sobre instalaciones de gas.

2.- PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

Naturaleza y objetivo del pliego.

El presente pliego de condiciones particulares tiene por finalidad regular la ejecución de las obras descritas en el presente proyecto, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, a la Propiedad, al Contratista sus técnicos y encargados, al Ingeniero así como las relaciones entre todos ello y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Documentación del contrato de obra.

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1º) Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiese.

2º) El presente Pliego de Condiciones Particulares.

3º) El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo y el Programa de Control de Calidad, el Estudio de Impacto Ambiental, etc.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

2.1.- CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1.1.- Delimitación general de funciones técnicas

El ingeniero.

Corresponde al Ingeniero Director:

a) Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica, etc.

b) Redactar las modificaciones, adiciones o rectificaciones del proyecto que se precisen.

c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones precisas para asegurar la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

d) Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones y las incidencias que estime convenientes.

e) Coordinar, junto al Contratista el programa de desarrollo de la obra y el programa de control de calidad de la obra, con sujeción a la Normativa y a las especificaciones del

Proyecto.

f) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.

g) Comprobar, antes de comenzar las obras, la adecuación de lo proyectado.

h) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.

i) Expedir el Certificado Final de obra.

j) Asesorar a la Propiedad durante el proceso de ejecución y especialmente en el acto de la recepción.

k) Preparar con el Contratista, la documentación gráfica y escrita del proyecto. definitivamente ejecutado.

El contratista.

Corresponde al Contratista:

a) Organizar los trabajos de ejecución, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

b) Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.

c) Suscribir con el Ingeniero, el acta de replanteo de la obra.

d) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena ejecución. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.

e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propio o por prescripción del Ingeniero, los suministros que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

f) Custodiar los Libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud en el trabajo y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.

g) Facilitar al Ingeniero con antelación suficiente, los materiales precisos para el

cumplimiento de su cometido.

h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

i) Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.

j) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

2.1.2. Obligaciones y derechos del contratista.

Verificación de los documentos del proyecto.

Antes de dar comienzo a las obras el Contratista consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

Plan de seguridad y salud.

El Contratista, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación de la dirección facultativa.

Programa de control de calidad.

El Contratista tendrá a su disposición el Programa de Control de Calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas de calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el Programa por el Ingeniero de la Dirección facultativa.

Oficina en la obra.

El Contratista habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en la que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- La Licencia de Obras ó Autorización Administrativa.

- El Libro de Órdenes y Asistencia.
- El Plan de Seguridad y Salud y su Libro de Incidencias, si hay para la obra.
- El Programa de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- La documentación de los seguros mencionados en el artículo 4ºj.

Representación del contratista.

El Contratista viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones completan la contrata.

Serán sus funciones las del Contratista según se especifica en el artículo 4º.
Cuando la importancia de la obra lo requiera el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El incumplimiento de esta obligación, en general, la falta de calificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Presencia del contratista en la obra.

El Jefe de obra, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañara al Ingeniero, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

Trabajos no estipulados expresamente.

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena marcha de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los Documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero dentro de los limites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto.

El Contratista podrá requerir del Ingeniero, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las ordenes, avisos o instrucciones que reciba del Ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Contratista, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el

Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Recusación por el contratista del personal nombrado por el ingeniero.

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero, o personal encargado por este de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Faltas del personal.

El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los operarios causantes de la perturbación.

Subcontratas.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

2.1.3. Prescripciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares.

Accesos y vallados

El Contratista dispondrá por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra observando las ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Lugo cuando fueren de aplicación.

Replanteo.

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Contratista someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero y una vez éste haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados, queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

Orden de los trabajos.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime
conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Facilidades para otros contratistas.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los demás Contratistas que intervengan en la obra.

Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

Prorroga por causa de fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderías, o no le fuera posible terminarías en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos ú ordenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero al Contratista, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 12.

Documentación de obras ocultas.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán

por triplicado, entregándose: uno, al Ingeniero y otro al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

Trabajos defectuosos.

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la Obra, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

Vicios ocultos.

Si el Ingeniero tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan

realmente, en caso contrario serán de la Propiedad.

De los materiales y de los aparatos. su procedencia.

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Ingeniero una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Presentación de muestras.

A petición del Ingeniero, el Contratista le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

Materiales no utilizables.

El Contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de desechos que no sean utilizables en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero, pero acordando previamente con el Contratista su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Materiales y aparatos defectuosos.

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero, dará orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan

las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la Contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

Limpieza de las obras.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

Obras sin prescripciones.

En la ejecución de trabajos que entran en la ejecución de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Contratista se atendrá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena ejecución.

2.1.4. De las recepciones de obras.

De las recepciones provisionales.

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de la recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista y del Ingeniero. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicando un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas; se hará constar en el acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para remediar los derechos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

Documentación final de la obra.

El Ingeniero, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la Propiedad, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente.

Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se

extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

Plazo de garantía.

El plazo de garantía nunca deberá ser inferior a doce meses.

Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si la obra fuese ocupada o utilizada antes de la recepción definitiva, las reparaciones causadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

De la recepción definitiva.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de la obra y quedarán solo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

Prorroga del plazo de garantía.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el artículo 35. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en los artículos 39 y 40 de este Pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

2.2.- CONDICIONES ECONÓMICAS.

2.2. 1. Principio general.

Todos los que intervienen en el proceso de ejecución tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

2.2. 2. Fianzas.

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

a) Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.

b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Contrato.

Fianza en subasta publica.

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta, de un cuatro por ciento (4 por 100) como mínimo, del total del Presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio
para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por ciento (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite el depósito de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de la obra que no fuesen de recibo.

Devolución de fianzas.

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos,…

Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.

Si la propiedad, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

2.2. 3. De los precios.

Composición de los precios unitarios.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos y los gastos generales.

Se considerarán **costes directos**:

a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán **costes indirectos**:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán **gastos generales**:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

- Precio de Ejecución material.

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

- Precio de Contrata.

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata), pero no integra el precio.

Precios de contrata importe de contrata.

En el caso de que los trabajos a realizar en una instalación u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución Material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente, en 6 por 100.

Precios contradictorios.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el

Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Reclamación de aumento de precios.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto, que sirva de base para la ejecución de las obras.

Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto al Pliego de Condiciones Particulares.

De la revisión de los precios contratados.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superior a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

Acopio de materiales.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de este; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

2.2.4. Obras por administración.

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un contratista.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes.

a) Obras por administración directa.
b) Obras por administración delegada o indirecta.

A) Obras por administración directa.

Se denominan “Obras por Administración Directa" aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal contratado por él puedan realizarla; en estas obras el contratista encargado de su realización.

B) Obras por administración delegada o indirecta.

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un (Contratista, Instalador, etc.) para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

a) Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Representante (Contratista, Instalador, etc.) todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

b) Por parte del Contratista, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos, los medios auxiliares precisos y, en suma,
todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados.

Liquidación de obras por administración.

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en el Contrato de índole económica vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Contratista al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Contratista, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago

haya intervenido el Contratista se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Contratista originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

Abono al contratista de las cuentas de administración delegada

Salvo pacto distinto, los abonos al Contratista de las cuentas de Administración delegada los realizará el Propietario mensualmente según los partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Normas para la adquisición de los materiales y aparatos.

No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Contratista se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al Ingeniero Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Del contratista en el bajo rendimiento de los operarios.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Contratista al Ingeniero Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Contratista, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Ingeniero Director.

Si hecha esta notificación al Contratista, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Contratista en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Responsabilidades del contratista.

En los trabajos de Obras por Administración delegada, el Contratista sólo será responsable de los defectos que pudieran tener los trabajos o unidades por el ejecutadas y también de los accidentes o prejuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 64 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Contratista está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

2.2.5. Valoración y abono de los trabajos.

Formas de abono de las obras.

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en Pliego Particular de Condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

- Tipo fijo o tanto alzado total.

  Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra.

  Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y

valoración de las diversas unidades.

- Tanto variable por unidad de obra.

Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las ordenes del Ingeniero Director.

Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

  - Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente Pliego de Condiciones Particulares determina.
  - Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Relaciones valoradas y certificaciones.

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que se habrá practicado.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego de Condiciones Particulares respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorios y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiese, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso acudir ante el Propietario.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá tanto por ciento que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación formal, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación, ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Mejoras de obras libremente ejecutadas.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de material con otro que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en esta y sin pedírsela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero Director, no tendrá derecho, sin embargo, mas que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese ejecutado la obra en estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuarán de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Ingeniero Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será la Administración valorándose los materiales y los jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados.

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos u otra clase de trabajos de cualquier índole especial u ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Contrato.

Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las obra conformadas por el Ingeniero Director, en virtud de las aquéllos.

Abono de trabajos ejecutados durante garantía.

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutados trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin

causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Ingeniero Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en este Pliego, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso, por haber sido utilizado durante dicho plazo por la Propiedad, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la ejecución o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

2.2.6. Indemnizaciones mutuas.

Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra, salvo lo dispuesto en el Pliego Particular del presente proyecto.
Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo de la fianza.

Demora de los pagos por parte del propietario.

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cinco por ciento (5%) anual (o el que se defina en el Pliego Particular), en concepto de interés de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que estos reúnan las

condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte del presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

2.2.7. Varios

Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra.

No se admitirán mejoras, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o equipos y
los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Unidades de obra defectuosas, pero aceptables.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que,

estando dentro del plazo de ejecución, prefiera rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

Seguro de las obras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se ejecute, y a medida que esta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la Ejecución. En ningún caso, salvo conformidad expresa de Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los
daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción o parte que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte afectada por la obra. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Conservación de la obra.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, antes de la recepción definitiva, el Ingeniero Director, en representación de Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista la obra, tanto por buena terminación, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional de la Obra y en el caso de que el mantenimiento corra a cargo del Contratista, no deberá haber más herramientas, útiles, etc., que los indispensables para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

Uso por el contratista de la obra o bienes del propietario.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autoridad del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición, ni por las mejoras hechas.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o instalaciones, etc., no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

Pago de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en el Contrato no se estipule lo contrario.

2.3. - CONDICIONES DE INDOLE LEGAL.

Contratistas.

Pueden ser contratistas de obras, los españoles y extranjeros que se hallan en posesión de sus derechos civiles con arreglo a las leyes, y las Sociedades y Compañías legalmente constituidas y reconocidas en España.

Quedan exceptuados:

- Los que se hallen procesados criminalmente, si hubiese recaído contra ellos auto de prisión.
- Los que estuviesen fallidos, con suspensión de pagos o con sus bienes intervenidos.
- Los que estuviesen apremiados como deudores a los caudales públicos en concepto de segundos contribuyentes.
- Los que en contratos anteriores con la Administración o Particulares hubieran faltado reconocidamente a sus compromisos.

Contrato.

La ejecución de las obras podrá contratarse por cualquiera de los sistemas siguientes:

- Por tanto alzado: Comprenderá la ejecución de toda o parte de la obra, con sujeción estricta a los documentos del proyecto y en una cifra fija.
- Por unidades de obra, ejecutadas asimismo, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas.
- Por administración directa o indirecta, con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por contratos, de mano de obra, siendo de cuenta de la propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares, en condiciones idénticas a las anteriores.

En cualquier caso, en el "Pliego Particular de Condiciones económicas" deberá especificarse si se admiten o no los subcontratos y los trabajos que pueden ser adjudicados directamente

por el Ingeniero Director a Empresas especializadas.

Adjudicación.

La adjudicación de las obras podrá efectuarse por cualquiera de los tres procedimientos siguientes:

1º Subasta pública o privada.

2º Concurso público o privado.

3º Adjudicación directa.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado en los documentos del Proyecto.

Subastas y concursos.

En las personas entre las cuales se celebrarán las subastas y concursos han de figurar imprescindiblemente: el Ingeniero Director o persona delegada, un representante de la Propiedad y un delegado por los concursantes.

El Ingeniero Director tendrá la facultad de proponer a la Propiedad el establecimiento de un tope de baja (secreto), por bajo del cual todas las propuestas que lo rebasen serán rechazadas.

Formalización del contrato.

Los contratos se formalizarán mediante documento privado en general, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El cuerpo de estos documentos, si la adjudicación se hace por subasta, contendrá: la parte del acta de subasta que haga referencia exclusivamente a la proposición del rematante, es decir la declarada más ventajosa; la comunicación de adjudicación, copia del recibo de depósito de la fianza, en el caso de que se haya exigido, y una cláusula en la que se exprese terminantemente que el Contratista se obliga al cumplimiento exacto del contrato, conforme a lo previsto en el Pliego de Condiciones Particulares del proyecto y de la contrata, en los planos, memoria y en el presupuesto, es decir, en todos los documentos del proyecto.

Si la adjudicación se hace por concurso, la escritura contendrá los mismos documentos, sustituyendo al acta de la subasta la del contrato.

El Contratista, antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad al pie del "Pliego de Condiciones Particulares" que ha de regir en la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Serán de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigue la contrata.

Arbitraje obligatorio.

Ambas partes se comprometen a someterse en sus diferencias al arbitraje de amigables componedores, designados uno de ellos por la Propiedad, otro por la contrata y tres Ingenieros por el Colegio Oficial correspondiente, uno de los cuales será forzosamente el director de obra.

Jurisdicción competente.

En caso de no haberse llegado a un acuerdo, por el anterior procedimiento, ambas partes quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones que puedan surgir como derivadas de su contrato, a las Autoridades y Tribunales administrativos, con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción de Lugo.

Responsabilidad del contratista.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto.

Como consecuencia de esto, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero Director haya, examinado y reconocido las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

Accidentes de trabajo.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atendrá a lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad o la Dirección Técnica, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes.

En los accidentes y perjuicios de todo género que, por no cumplir el contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

Daños a terceros.

El contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran donde se efectúen las obras, como en las contiguas. Será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

Anuncios y carteles.

Sin previa autorización del Propietario no podrán ponerse en las obras, más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos.

Copia de documentos.

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de la memoria, planos, presupuestos y pliegos de condiciones, y demás documentos del proyecto.

El Ingeniero, si el Contratista lo solicita, autorizará estas copias con su firma, una vez confrontadas.

Hallazgos.

El Propietario se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables, que se encuentren en las excavaciones practicadas en sus terrenos. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por el Ingeniero Director.

El Propietario abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen.

Causas de rescisión del contrato.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, silos herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento sin que en este último caso tengan aquéllos derecho a indemnización alguna.

- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

A) La modificación del proyecto en forma tal, que representen alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Ingeniero Director y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o en menos el 20%, como mínimo del importe de aquél.

B) Las modificaciones de unidades de obra. Siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o en menos del 40% como mínimo de algunas de las unidades que figuren en las modificaciones del proyecto, o más de un *50%* de unidades del proyecto modificadas.

- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión halla

excedido de un año.

- El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado las condiciones particulares del proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.
- El abandono de la obra sin causas justificadas.
- La mala fe en la ejecución de la obra.

Suministro de materiales.

Muy especialmente se especifica la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en los plazos parciales, como consecuencia de las deficiencias o faltas en los suministros.

2.4. - NORMAS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO

2.4.- NORMAS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO

a) Uso de casco reglamentario para todos los que intervienen en la obra.

b) Entibación obligada para todas las zanjas y paramentos de excavaciones con más de un metro y medio de profundidad.

c) Obligación para todo obrero que vaya a trabajar a menos de un metro del borde exterior o interior recayente a excavación y por encima de los tres metros contados del nivel de la calzada, del uso del cinturón, bien atado al punto seguro más próximo.

d) Los andamios de borriquetas estarán construidos por tres tablones como mínimo, bien atados. Siempre que la altura de los mismos sobre el plano de trabajo sea superior a un metro y medio, deberán estar dotados de una barandilla de 90 cm. de altura por el lado contrario al que se trabaja y 40 cm. por éste, y cuando el andamio este a menos de un metro del borde exterior o interior recayente a patio, el obrero podrá elegir entre trabajar atado o que la barandilla que recae al exterior sea también de 90 cm. De altura, en cuyo caso el conjunto del andamio deberá estar solidamente atado a un pilar y otro elemento totalmente inamovible.

e) Andamios colgados. Los cuellos, pescantes o mensuras de los mismos constituidos por perfiles metálicos o dos tablones de 3.9 pulgadas perfectamente cosidos y trabados entre si, con el contrarresteo obtenido a base de empotrar en mechinales de los muros las traviesas o colgar con durmientes del mismo forjado, atravesado éste. Para contrarrestar con cargas fijas será precisa la autorización por escrito de los Técnicos facultativos, previa inspección de ellos.

El andamio propiamente hecho tendrá un piso o suelo constituido como mínimo por cuatro tablones de 2,5 o 6 pulgadas bien atados a los soportes y con barandilla por el exterior de 90 cm. Bien cuajado por cañizo u otro material ligero para impedir la caída de alguna herramienta u objeto al vacío y por el interior con otra barandilla de 40 cm. con su correspondiente zocalillo.

f) Todas las cuerdas en servicio tendrán en su parte central dos marcas distantes entre sí dos metros para poder medir los alargamientos a plena carga.

g) Se procurará que las grúas en su radio de acción no cubran zonas destinadas a la vía pública, y en caso de que así sea no podrán transportar cargas sobre ellas. Dichas cargas deberán discurrir siempre sobre los solares objeto de la edificación.

h) Además de la construcción de viseras perimetrales, se aislará la obra a la vía pública con las vallas normales especificadas en las correspondientes Ordenanzas Municipales.

i) Será obligatorio la constitución de Comités de Seguridad para obra con más de 50 obreros o el nombramiento del "Vigilante de Seguridad" en la de menos de 50 obreros, llevando el representante de los primeros o el segundo, el correspondiente.

Esta Dirección Facultativa, igualmente pondrá en conocimiento de dicha Inspección, cualquier infracción a las normas de seguridad a que se hace referencia anteriormente.

6. PRESUPUESTO

ÍNDICE

1. ACTUACIONES PREVIAS ……. 2
2. ENFRIADORA …….. 3
3. CLIMATIZADORES ……...….. 6
4. INSTALACIÓN DE LA RED DE AGUA ……..... 8
5. INSTALACIÓN DE LA RED DE CONDUCTOS DE AIRE …….…….. 13
6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA …….……... 17

Nº	Código	Ud	Descripción	Unitario	Coste

1 ACTUACIONES PREVIAS

1.1	MEDCA	**Ud**	Medición de temperaturas a distintos niveles de la nave para poder estimar el porcentaje de calor arrojado en la zona de trabajo de los operarios.		
	1,000	Ud	Termómetro dígital de la marca Gesa. Este termohigrómetro digital de bolsillo incorpora una pantalla simultánea de fácil lectura de humedad y temperatura. Para temperaturas, su rango de trabajo está comprendido entre 0 y 50ºC mientras que para humedad relativa es del 20 al 95%. Su tamaño compacto y reducido lo hacen ideal para numerosas aplicaciones. El termohigrómetro incorpora un botón con la función de máxima y mínima tanto en temperatura como humedad. El instrumento está protegido por una carcasa en ABS y sus medidas son de 20x23x138mm.	28,250 €	**28,25 €**
	4,500	h	Ingeniero de la empresa contratada para la realización del proyecto que ha realizado las mediciones oportunas.	19,100 €	**85,95 €**
			3,000 % Costes indirectos	114,200 €	**3,43 €**
			Precio total por Ud .		**117,63 €**

1.2	MEDES	**Ud**	Medición de los espacios en la zona de trabajo para conocer las limitaciones de la planta a la hora de diseñar y calcular la red de conductos de impulsión de aire y retorno del mismo.		
	16,000	h	Ingeniero	19,100 €	**305,60 €**
	16,000	h.	Ayudante	10,400 €	**166,40 €**
			3,000 % Costes indirectos	472,000 €	**14,16 €**
			Precio total por Ud .		**486,16 €**

2 ENFRIADORA NBR1800

2.1	PRECENF	**Ud**	Enfriadora NRB1800, Válvula de expansión electrónica (producción de agua desde +4 ºC),Sólo frío (intercambiador de placas),sin recuperadores de calor Versión ° - Estándar Baterías O - Aluminio con pintura epoxy (microcanal) Grupo de ventilación ° - Estándar Alimentación ° - 400V/3/50Hz con fusibles Grupo hidráulico BF - Tipo F con reserva y acumulación		
			Sin descomposición		**75.550,000 €**
			3,000 % Costes indirectos	75.550,000 €	**2.266,50 €**
			Precio total por Ud .		**77.816,50 €**

2.2	MONTEN	**Ud**	Montaje general de la enfriadora en su emplazamiento. Sobre estructura metálica. Los trabajos de montaje implicitos incluyen la colocación de cartolas exteriores, conexión de valvulería, conexión a la acometida, etc		
	2,500 h.		Cuadrilla B	26,000 €	**65,00 €**
	1,000 h.		Carretilla elev.diesel ST 2 t.	7,190 €	**7,19 €**
	1,500 h.		Camión con grúa 6 t.	42,450 €	**63,68 €**
	2,500 h.		Encargado	17,000 €	**42,50 €**
	1,500 h.		Oficial 1ª Gruista	10,710 €	**16,07 €**
	4,500 h.		Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 €	**51,48 €**
			3,000 % Costes indirectos	245,920 €	**7,38 €**
			Precio total por Ud .		**253,30 €**

2.3	TRANSEN	**Ud**	Transporte de la enfriadora desde el almacen de la factoria donde se fabricó en Italia hasta las instalaciones donde va a ser montada y colocada.		
	16,000 h		Camión de translado	16,300 €	**260,80 €**
	2,500 h.		Oficial 1ª Gruista	10,710 €	**26,78 €**
			3,000 % Costes indirectos	287,580 €	**8,63 €**
			Precio total por Ud .		**296,21 €**

2.4 LOSA DE HORMIGON

2.4.1	E05HLM0	**Ud**	Losa de hormigón que hará las veces de cimiento para la estructura que soportará la enfriadora. Hormigón para armar HA-25/B/20/I, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.20 mm. y ambiente normal, elaborado en central, en losas planas, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado curado y colocado. Según EHE.		
	3,500 h.		Oficial 1ª Encofrador	10,810 €	**37,84 €**
	3,500 h.		Ayudante- Encofrador	10,400 €	**36,40 €**
	1,500 h.		Oficial 1ª Gruista	10,710 €	**16,07 €**
	1,500 h.		Grúa pluma 30 m./0,75t.	20,090 €	**30,14 €**
	4,000 m3		Hormigón HA-25/B/20/I central	50,690 €	**202,76 €**
			3,000 % Costes indirectos	323,210 €	**9,70 €**
			Precio total por Ud .		**332,91 €**

2.5 ESTRUCTURA PORTANTE DE LA ENFRIADORA

2.5.1 E05AS01	**Ud**	Acero laminado E 275(A 42b), en perfiles, para estructuras espaciales con perfiles laminados IPN, IPE, UPN, L y T; i/p.p. de nudos y piezas especiales, dos manos de imprimación de minio de plomo.		
1,300 kg		Minio electrolítico	9,440 €	**12,27 €**
2.378,460 kg		Acero laminado E 275(A 42b)	1,480 €	**3.520,12 €**
24,000 h.		Ayudante-Cerrajero	10,560 €	**253,44 €**
24,000 h.		Oficial 1ª Cerrajero	11,440 €	**274,56 €**
18,000 h.		Camión con grúa 6 t.	42,450 €	**764,10 €**
		3,000 % Costes indirectos	4.824,490 €	**144,73 €**
		Precio total por Ud .		**4.969,22 €**

3 CLIMATIZADORES AIRLAN FMA 284

3.1 TRANSPORTE Y MONTAJE DE LOS CLIMATIZADORES

3.1.1 TRANSCL **Ud** Transporte de los dos climatizadores desde su lugar de origen en Italia hasta la zona de recepción en las instalaciones donde van a ser montados.

16,000 h	Camión de translado	16,300 €	**260,80 €**
4,500 h.	Camión con grúa 6 t.	42,450 €	**191,03 €**
4,500 h.	Encargado	17,000 €	**76,50 €**
4,500 h.	Oficial 1ª Gruista	10,710 €	**48,20 €**
	3,000 % Costes indirectos	576,530 €	**17,30 €**
	Precio total por Ud .		**593,83 €**

3.1.2 MONTCLI **Ud** Engloba todos los trabajos de montaje en el interior de la nave, su correspondiente colocación en la zona propuesta, su montaje y conexión a las pertinentes redes.

16,500 h.	Cuadrilla B	26,000 €	**429,00 €**
10,000 h.	Carretilla elev.diesel ST 2 t.	7,190 €	**71,90 €**
8,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 €	**91,52 €**
8,000 h.	Oficial 2ª Fontanero/Calefactor	11,150 €	**89,20 €**
	3,000 % Costes indirectos	681,620 €	**20,45 €**
	Precio total por Ud .		**702,07 €**

3.2	PRECICLI	**Ud**	Climatizador Airlan FMA-284, Unidad de tratamiento de aire marca AIRLAN serie FMA construida con perfilería de aluminio y paneles sandwich con 25/50 mm de espesor fijados mediante compresión mecánica por perfil perimetral de aluminio que confiere al cerramiento gran resistencia mecánica, excelente estanqueidad y atrac-tivo diseño, exenta de tornillería exterior compuesta por chapa exterior lacada en blanco con pintura en pvc de 20 micras de espesor, no decolorable y certificado comportamiento en ambientes agresivos, poliuretano interior de 43 kg/m3 polimerizado en ausencia de CHFCs, galvanizado Zincado interior, bandejas de condensados de aluminio, Motor sobredimensionado un 20% sobre el punto de trabajo requerido, tren de ventilación montado sobre sopor-tes antivibratorios y embocado mediante junta antivibratoria, bancada propia, puertas abisagradas, manillas de apertura rápida y la siguiente clasifica-ción según la EN1886: Resistencia mecánica: 2A; Fugas de aire a –400 Pa: B; Fugas de aire a –700 Pa: B; Bypass de filtros F9; Transmisividad térmica: T3; Puente térmico: TB3 y la siguiente atenuación acústica del panel por banda de octava: 9/10/11/11/13/30/35		
	2,000 Ud	PRECIO DE CLIMATIZADOR	16.300,00 €	**32.600,00 €**	
		3,000 % Costes indirectos	32.600,00€	**978,00 €**	
		Precio total por Ud .		**33.578,00 €**	

4 INSTALACIÓN DE LA RED DE AGUA

4.1 TUBERÍAS

4.1.1 TUBERIAS **Ud** Red de tuberías de agua

134,550 m	Tubería de acero negro liso tipo L2. 4" de diametro exterior y 3,6 mm de espesor.	13,920 €	**1.872,94 €**
71,680 m	Tubería de acero negro liso tipo L2. 6" de diametro exterior y 3,7 mm de espesor.	21,020 €	**1.506,71 €**
	3,000 % Costes indirectos	3.379,650 €	**101,39 €**
	Precio total por Ud .		**3.481,04 €**

4.1.2 MONTUB **Ud** MONTAJE DE LA RED DE TUBERÍAS

32,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 €	**366,08 €**
32,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	**337,60 €**
6,000 h.	Oficial 1ª Soldador	11,440 €	**68,64 €**
6,000 h.	Ayudante	10,400 €	**62,40 €**
	3,000 % Costes indirectos	834,720 €	**25,04 €**
	Precio total por Ud .		**859,76 €**

4.2 BOMBAS

4.2.1 MONTBOM **Ud** Engloba todos los trabajos de montaje, conexión a la red oinstalación así como la posterior puesta a punto y regulación de las bombas en el circuito.

2,500 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 €	**28,60 €**
2,500 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	**26,38 €**
2,500 h	Ingeniero	19,000 €	**47,50 €**

		3,000 % Costes indirectos	102,480 €	**3,07 €**
		Precio total por Ud .		**105,55 €**

4.2.2	PRECIOBOMB	**Ud**	Bomba de la marca Grundfos, modelo TP65-460/2. Bomba de una etapa, acoplamiento cerrado y voluta con puertos de aspiración y descarga en línea de idéntico diámetro. El diseño de la bomba incluye un sistema de extracción superior que facilita el desmontaje del cabezal motor (el motor, el cabezal de la bomba y el impulsor) con fines de mantenimiento o reparación sin necesidad de desconectar las tuberías de la carcasa de la bomba. La bomba está equipada con un cierre de fuelle de caucho no equilibrado. El cierre mecánico satisface los requisitos establecidos por la norma EN 12756. Pipework connection is via PN 16 DIN flanges (EN 1092-2 and ISO 7005-2). La conexión de las tuberías se lleva a cabo por medio de bridas DIN de PN 16 (normas EN 1092-2 e ISO 7005-2). La bomba está equipada con un motor asíncrono refrigerado por ventilador.		
		2,000 Ud	PRECIO DE LAS DOS BOMBAS	6.468,000 €	**12.936,00 €**
			3,000 % Costes indirectos	12.936,000 €	**388,08 €**
			Precio total por Ud .		**13.324,08 €**

4.3 DEPOSITO DE INERCIA

4.3. 1	MONTDEP	**Ud**	Montaje e instalación del depósito de incercia en la instalación.		
	1,500 h.		Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 €	**17,16 €**
	1,500 h.		Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	**15,83 €**
			3,000 % Costes indirectos	32,990 €	**0,99 €**
			Precio total por Ud .		**33,98 €**

4.3. 2	PRECDEP	**Ud**	Depósito de inercia de 3000 L, de acero al carbono de la marca Chromagen.		
			Sin descomposición		**2.461,870 €**
			3,000 % Costes indirectos	2.461,870 €	**73,86 €**
			Precio total por Ud .		**2.535,73 €**

4.4 VASO DE EXPANSION

4.4. 1	MONTVEXP	**Ud**	Montaje en la instalación y puesta a punto.		
	1,000 h.		Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 €	**11,44 €**
	1,000 h.		Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	**10,55 €**
			3,000 % Costes indirectos	21,990 €	**0,66 €**
			Precio total por Ud .		**22,65 €**

4.4. 2	PRECVASEX	**Ud**	Vaso de expansión de la marca Ibaiondo de 35 L, modelo 35 SMR-P.		
			Sin descomposición		**42,140 €**
			3,000 % Costes indirectos	42,140 €	**1,26 €**
			Precio total por Ud .		**43,40 €**

4.5 VALVULERIA

4.5. 1	VALVS	**Ud**	Válvulas y elementos de control y regulación de la instalación de agua.	
	4,000 Ud		Manómetro de la marca WIKA, modelo 2323.30 Manómetro de tubo Bourdon de alta calidad es un diseño especial para cumplir los elevados requisitos de seguridad en la industria de procesos. Los rangos de escala de 0 .... 0,6 a 0 ... 1.600 bar garantizan una elevada versatilidad para numerosas aplicaciones. WIKA fabrica y califica este modelo según los requisitos de la norma europea EN 837-1 en la versión de seguridad "S3". La versión de seguridad se compone de un display a prueba de roturas, una sólida pared deflectora entre el sistema de medición y el display y una cubierta antiexplosión en la parte posterior. En caso de avería, el operador queda protegido en la parte delantera, ya que el fluido o los componentes se expulsan por la parte posterior de la caja.	74,570 €	**298,28 €**
	4,000 Ud		Presostato de la marca WIKA, modelo MW. Caja en acero inoxidable, IP66, NEMA 4x Rangos de ajuste desde 16 mbar hasta 600 bar, todos los rangos correspondientes de presión negativa y rangos que abarcan presiones negativas y positivas Repetibilidad de un punto de interrupción < 1 % del rango de ajuste.	112,660 €	**450,64 €**
	8,000 Ud		Válvula de compuerta con cierre de EPDM y cuerpo de fundición nodular PN 16 para 4" Vástago fijo. Diseño según DIN 3352, DIN 2501, DIN 3202-F4 apta para conducción de agua. Temp. máx. de trabajo 80ºC.	228,160 €	**1.825,28 €**

4,000 Ud	Válvula de compuerta con cierre de EPDM y cuerpo de fundición nodular PN 16 para 6" Vástago fijo. Diseño según DIN 3352, DIN 2501, DIN 3202-F4 apta para conducción de agua. Temp. máx. de trabajo 80ºC.	394,860 €	**1.579,44 €**
4,000 Ud	Antivibratorio de 6" de Salvador Escoda, Cuerpo EPDM, refuerzo interior, fibra de nylon, bridas de acero al carbono galvanizadas. Las bridas son taladradas según norma DIN 2502 (PN16) de DN150, presión máx.: 10 bar, temperatura máx: -10 a +110°C.	136,090 €	**544,36 €**
2,000 Ud	Termostato electrónico con indicación de la marca WIKA, modelo TSD-30. Cuenta con indicador LCD de 14 segmentos, rojo, de 4 dígitos. Resistente a la vibración cumpliendo la norma (IEC 60068-2-6, con resonancia). Resistencia a choques:50 g (IEC 60068-2-27, mecánica). Tipo de protección IP 65 y IP 67 (según IEC 60529).	289,970 €	**579,94 €**
	3,000 % Costes indirectos	5.277,940 €	**158,34 €**
	Precio total por Ud .		**5.436,28 €**

5 INSTALACIÓN DE LA RED DE CONDUCTOS DE AIRE

5.1 RED DE CONDUCTOS DE IMPULSION

5.1.1 REDC1 **Ud** RED DE CONDUCTOS 1

19,110 m	conducto 1200mm diametro	174,900 €	**3.342,34 €**
10,880 m	conducto 930mm diametro	108,700 €	**1.182,66 €**
11,640 m	conducto 885mm diametro	103,200 €	**1.201,25 €**
11,800 m	conducto 836mm diametro	102,600 €	**1.210,68 €**
14,580 m	conducto 781mm diametro	94,300 €	**1.374,89 €**
12,020 m	conducto 718mm diametro	65,500 €	**787,31 €**
11,800 m	conducto 645mm diametro	55,800 €	**658,44 €**
11,800 m	conducto 554mm diametro	43,510 €	**513,42 €**
69,400 m	conducto 427mm diametro	33,100 €	**2.297,14 €**
62,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 €	**709,28 €**
62,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	**654,10 €**
62,000 h.	Oficial 1ª Montador	10,710 €	**664,02 €**
62,000 h.	Ayudante	10,400 €	**644,80 €**
	3,000 % Costes indirectos	15.240,330 €	**457,21 €**
	Precio total por Ud .		**15.697,54 €**

5.1.2 REDC2 **Ud** RED DE CONDUCTOS 2

19,980 m	conducto 1200mm diametro	174,900 €	**3.494,50 €**
14,040 m	conducto 1084mm diametro	119,200 €	**1.673,57 €**
7,000 m	conducto 1040mm diametro	116,400 €	**814,80 €**
7,000 m	conducto 1010mm diametro	115,500 €	**808,50 €**
7,000 m	conducto 973mm diametro	110,000 €	**770,00 €**
9,700 m	conducto 930mm diametro	108,700 €	**1.054,39 €**
4,930 m	conducto 885mm diametro	103,200 €	**508,78 €**
6,220 m	conducto 781mm diametro	94,300 €	**586,55 €**

17,300 m	conducto 718mm diametro	65,500 €	**1.133,15 €**
11,470 m	conducto 645mm diametro	55,800 €	**640,03 €**
10,700 m	conducto 554mm diametro	43,510 €	**465,56 €**
81,110 m	conducto 427mm diametro	33,100 €	**2.684,74 €**
74,000 h.	Oficial 1ª Montador	10,710 €	**792,54 €**
74,000 h.	Ayudante	10,400 €	**769,60 €**
74,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 €	**846,56 €**
74,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	**780,70 €**
	3,000 % Costes indirectos	17.823,970 €	**534,72 €**
	Precio total por Ud .		**18.358,69 €**

5.2 RED DE CONDUCTOS DE RETORNO

5.2.1 REDRET1 **Ud** RED DE CONDUCTOS DE RETORNO 1

28,500 m	conducto 1156mm diametro	170,200 €	**4850,70 €**
2,500 m	conducto 1130mm diámetro	165,400 €	**413,50 €**
2,500 m	conducto 1110mm diametro	161,300 €	**403,25 €**
2,500 m	conducto 1090mm diámetro	152,450 €	**381,25 €**
2,500 m	conducto 1070mm diámetro	139,500 €	**348,75 €**
2,500 m	conducto 1045mm diámetro	125,900 €	**314,75 €**
2,500 m	conducto 1020mm diametro	116,000 €	**290,00 €**
2,500 m	conducto 990mm diámetro	112,250 €	**280,62 €**
2,500 m	conducto 976mm diametro	110,500 €	**276,25 €**
2,500 m	conducto 953mm diámetro	109,000 €	**272,50 €**
2,500 m	conducto 921mm diametro	107,200 €	**268,00 €**
2,500 m	conducto 890mm diámetro	104,850 €	**262,12 €**
2,500 m	conducto 860mm diametro	102,500 €	**256,25 €**
2,500 m	conducto 825mm diámetro	97,600 €	**244,00 €**
2,500 m	conducto 790mm diametro	95,000 €	**237,50 €**

2,500 m	conducto 750mm diámetro	84,500 €	**211,25 €**
2,500 m	conducto 710mm diametro	65,000 €	**162,50 €**
2,500 m	Conducto 663mm diámetro	60,450 €	**151,12 €**
2,500 m	conducto 610mm diametro	51,700 €	**129,25 €**
2,500 m	Conducto 550mm diámetro	44,000 €	**110,00 €**
2,500 m	conducto 470mm diametro	37,500 €	**93,75 €**
22,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 €	**251,68 €**
22,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	**232,10 €**
	3,000 % Costes indirectos	10.441,090 €	**313,23 €**
	Precio total por Ud .		**10.754,32 €**

5.2.2 REDRET2 **Ud** RED DE CONDUCTOS DE RETORNO 2

27,200 m	conducto 1156mm diametro	170,200 €	**4629,44 €**
2,500 m	conducto 1130mm diametro	165,400 €	**413,50 €**
2,500 m	conducto 1110mm diametro	161,300 €	**403,25 €**
2,500 m	conducto 1090mm diametro	152,450 €	**381,25 €**
2,500 m	conducto 1070mm diametro	139,500 €	**348,75 €**
2,500 m	conducto 1045mm diametro	125,900 €	**314,75 €**
2,500 m	conducto 1020mm diametro	116,000 €	**290,00 €**
2,500 m	conducto 990mm diametro	112,250 €	**280,62 €**
2,500 m	conducto 976mm diametro	110,500 €	**276,25 €**
2,500 m	conducto 953mm diametro	109,000 €	**272,50 €**
2,500 m	conducto 921mm diametro	107,200 €	**268,00 €**
2,500 m	conducto 890mm diametro	104,850 €	**262,12 €**
2,500 m	conducto 860mm diametro	102,500 €	**256,25 €**
2,500 m	conducto 825mm diametro	97,600 €	**244,00 €**
2,500 m	conducto 790mm diametro	95,000 €	**237,50 €**
2,500 m	conducto 750mm diametro	84,500 €	**211,25 €**
2,500 m	conducto 710mm diametro	65,000 €	**162,50 €**

2,500 m	conducto 663mm diametro	60,450 €	**151,12 €**
2,500 m	conducto 610mm diametro	51,700 €	**129,25 €**
2,500 m	conducto 550mm diametro	44,000 €	**110,00 €**
2,500 m	conducto 470mm diametro	37,500 €	**93,75 €**
22,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 €	**251,68 €**
22,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	**232,10 €**
	3,000 % Costes indirectos	10.219,830 €	**306,59 €**
	Precio total por Ud .		**10.526,42 €**

5.3 REJILLAS Y DIFUSORES

5.3.1 MONTRD **Ud** MONTAJE DE REJILLAS Y DIFUSORES

35,000 h.	Oficial 1ª Fontanero/Calefactor	11,440 €	**400,40 €**
35,000 h.	Ayudante-Fontanero/Calefactor	10,550 €	**369,25 €**
	3,000 % Costes indirectos	769,650 €	**23,09 €**
	Precio total por Ud .		**792,74 €**

5.3.2 REJYDIFU **Ud** REJILLAS Y DIFUSORES

12,000 Ud	Rejillas de impulsion	119,310 €	**1.431,72 €**
44,000 Ud	Rejillas de retorno	119,310 €	**5.249,64 €**
20,000 Ud	Difusores de impulsion	631,390 €	**12.627,80 €**
	3,000 % Costes indirectos	19.309,160 €	**579,27 €**
	Precio total por Ud .		**19.888,43 €**

6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

6.1 LINEAS **Ud** INSTALACION ELECTRICA

80,000 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440 €	**915,20 €**
80,000 h.	Ayudante-Electricista	10,560 €	**844,80 €**
80,000 h.	Encargado	17,000 €	**1.360,00 €**
100,000 m	Cable unipolar 24m mm2	142,710 €	**14.271,00 €**
100,000 m	Cable unipolar de 120 mm2	74,980 €	**7.498,00 €**
80,000 m	Cable pentapolar 4mm2	23,080 €	**1.846,40 €**
60,000 m	Cable unipolar 2.5 mm2	8,400 €	**504,00 €**
20,000 m	Cable puesta a tierra	4,050 €	**81,00 €**
	3,000 % Costes indirectos	27.320,400 €	**819,61 €**
	Precio total por Ud .		**28.140,01 €**

6.2 PROTEC **Ud** PROTECCIONES

1,000 Ud	MAGNETOTÉRMICO 1 M-G Compact NS-630N-STR23SE	1.630,560 €	**1.630,56 €**
1,000 Ud	MAGNETOTÉRMICO 2 M-G Compact NS-630N-STR23SE	1.165,350 €	**1.165,35 €**
4,000 Ud	MAGNETOTERMICO 3 Merlin Gerin C-60N Curva-C	143,810 €	**575,24 €**
1,000 Ud	MAGNETOTERMICO 4 EN60898 6Ka Curva C	111,290 €	**111,29 €**
1,000 Ud	DIFERENCIAL 1 M-G Vigirex RH10E Toro A	310,870 €	**310,87 €**
1,000 Ud	DIFERENCIAL 2 IEC60947-2	341,250 €	**341,25 €**
25,000 h.	Oficial 1ª Electricista	11,440 €	**286,00 €**
25,000 h.	Ayudante-Electricista	10,560 €	**264,00 €**
25,000 h.	Encargado	17,000 €	**425,00 €**
	3,000 % Costes indirectos	5.109,560 €	**153,29 €**
	Precio total por Ud .		**5.262,85 €**

Presupuesto de ejecución material

	Importe (€)
1 ACTUACIONES PREVIAS .	603,79
2 ENFRIADORA NBR1800 .	83.668,14
3 CLIMATIZADORES AIRLAN FMA 284 .	34.873,90
4 INSTALACIÓN DE LA RED DE AGUA .	25.842,47
5 INSTALACIÓN DE LA RED DE CONDUCTOS DE AIRE .	76.018,14
6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA .	33.402,86
Total	**254.409,30**

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS NUEVE EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS.

Presupuesto de ejecución por contrata

	Importe (€)
Presupuesto de ejecución de material	254.409,30
13% de gastos generales	33.073,21
6% de beneficio industrial	15.264,56
Total	**302.747,07**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de TRESCIENTOS DOS MIL SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON SIETE CÉNTIMOS.

Presupuesto total

		Importe (€)
Presupuesto de ejecución por contrata		302.747,07
IVA (21%)		73.576,88
Oficina Técnica y proyecto		10.500,00
	Total	**386.823,95**

Asciende el presupuesto total de licitación a la expresada cantidad de TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS VEINTITRES EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Presupuesto

7. CATÁLOGOS

NRB

0800/3600
solo frío

Enfriadoras de condensación por aire y agua
Compresores scroll, intercambiadores de placas y ventiladores axiales
Potencia frigorífica de 217 a 1047kW

R410A

EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE
www.eurovent-certification.com

Aermec
participa en el programa EUROVENT: LCP
Los productos se enumeran en el sitio
www.eurovent-certification.com

Variable Multi Flow
VMF

• ALTA EFICIENCIA INCLUSO CON CARGAS PARCIALES
• BATERÍA DE MICROCANALES
• MODALIDAD NIGHT MODE

Características

Enfriadoras de exterior para la producción de agua refrigerada con compresores scroll de alta eficiencia, ventiladores axiales, baterías externas de microcanal, intercambiador lado de instalación de placas.
En las unidades (con desrecalentador o recuperador total) se tiene además la posibilidad de producir agua caliente gratuitamente. El bastidor, la estructura y los paneles son de acero tratado con pinturas de poliéster anticorrosión.

Versiones

NRB_°	Estándar
NRB_L	Estándar silenciado
NRB_A	Elevada eficiencia
NRB_E	Elevada eficiencia silenciosa
NRB_U	Gran eficiencia
NRB_N	Elevada eficiencia silenciosa

Campo de uso: Trabajo hasta 50º de temperatura de aire externo con carga completa, según el tamaño y la versión. Para más detalles haga referencia a la documentación técnica / software de selección.

- Unidades con 2 circuitos frigoríficos diseñadas para suministrar el máximo rendimiento a plena carga, garantizando una eficiencia elevada incluso con cargas parciales y asegurando continuidad en caso de parada de uno de los circuitos.
- Toda la gama usa baterías de microcanal en aluminio garantizando niveles muy altos de eficiencia. Esto permite emplear menor cantidad de refrigerante respecto a las baterías tradicionales de cobre.
- La posibilidad de utilizar la válvula termostática electrónica proporciona importantes beneficio especialmente cuando el refrigerador se encuentra trabajando con cargas parciales, beneficiando así la eficiencia energética del la unidad. Viene de serie desde el tamaño 1800÷3600, opcional para todos los demás tamaños
- Resistencia eléctrica para el evaporador de serie
- Posibilidad del kit hidrónico integrado que contiene los principales componentes hidráulicos; está disponible en diferentes configuraciones con una o dos bombas, con diferentes presiones disponibles
- Regulación por microprocesador, con teclado y pantalla LCD, que permite una consulta fácil y la intervención en la unidad por medio de un menú disponible en varios idiomas.
  La regulación comprende una gestión completa de las alarmas y de su historial.
- La presencia de un reloj programador permite programar las horas de funcionamiento y un posible segundo valor de consigna
- La termorregulación se produce con la lógica proporcional integral, en función de la temperatura de salida del agua.
- Modalidad Night Mode: se puede configurar un perfil de funcionamiento silenciado.
  Opción perfecta para el funcionamiento nocturno por ejemplo, puesto que garantiza una mayor comodidad acústica por la tarde y una alta eficiencia en las horas de mayor carga.
  Para la modalidad Night Mode en las versiones no silenciadas es obligatorio el accesorio DCPX (proporcionado en las versiones silenciadas) o el ventilador inversor "J".

Accesorios

- **AER485P1**: Interfaz RS-485 para los sistemas de supervisión con protocolo MODBUS.
- **AERWEB300**: el dispositivo AERWEB permite el control remoto de una enfriadora mediante un ordenador común con conexión ethernet y un simple navegador; están disponibles 4 modelos:
  AERWEB300-6 Servidor Web para monitorizar y controlar como máximo 6 dispositivos en red RS485;
  AERWEB300-18: Servidor Web para monitorizar y controlar como máximo 18 dispositivos en red RS485;
  AERWEB300-6G: Servidor Web para monitorizar y controlar como máximo 6 dispositivos en red RS485 con módem GPRS integrado;
  AERWEB300-18G: Servidor Web para monitorizar y controlar como máximo 18 dispositivos en red RS485 con módem GPRS integrado;
- **PGD1**: Permite realizar a distancia las operaciones de mando de la enfriadora.
- **MULTICHILLER_PCO**: Sistema de control para el mando, el encendido y el apagado de cada una de las enfriadoras en una instalación en la cual se hayan instalado varios aparatos en paralelo, asegurando siempre un caudal constante para los evaporadores.
- **DCPX**: Dispositivo para bajas temperaturas, que permite un funcionamiento correcto, en enfriamiento, con temperaturas exteriores inferiores a los 20 °C y hasta -10 °C.
- **AVX**: Soportes antivibración con muelle.
- **FL**: Flujostato

Accesorios montados en la fábrica

- **DRE**: Dispositivo elettronico di riduzione della corrente di spunto di targa.
- **RIF**: Dispositivo electrónico de reducción de la corriente de arranque (cerca del 26% en bicircuito, 22% en tricircuito). Disponible solo con alimentación a 400 V.
- **GP**: Rejillas antintrusión.

- **COMPATIBILIDAD con el SISTEMA VMF**
  Para mayor información sobre el sistema consulte la documentación específica.

Compatibilidad de los accesorios

Mod. NRB	vers.	0800	0900	1000	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600
AER485P1		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
AERWEB300		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PGD1		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
MULTICHILLER_PCO		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
DCPX	*	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
FL	(1)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
AVX	*	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Accesorios montados en la fábrica																		
DRE	*	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RIF	*	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
GP	*	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

* Accesorios por definir para la posibilidad de combinación
(1) Consulte la documentación técnica

Selección de la unidad

Combinando de manera adecuada las diferentes opciones disponibles, es posible configurar cada modelo para satisfacer las necesidades más específicas de las instalaciones.

Campo **Descripción**

1,2,3 **NRB**

4,5,6,7 **Tamaño** (2)
0800-0900-1000-1100-1200-1400-1600-1800-2000-2200-2400-2600-2800-3000-3200-3400-3600

8 **Campo de uso**
- ° Estándar (temperatura con agua producida hasta +4 °C)(3)
- **Y** Baja temperatura (temperatura con agua producida hasta desde +4 °C a -8 °C) (3)
- **X** Válvula termostática electrónica (temperatura del agua producida hasta 4 °C)
- **Z** Válvula termostática electrónica baja temperatura (temperatura del agua producida hasta desde +4 °C a -8 °C)

9 **Modello**
- ° Solo freddo
- **C** Motocondensante (4)

10 **Recuperación de calor**
- ° Sin recuperación de calor
- **D** Con desrecalentador (4)
- **T** Con recuperación total (4)

11 **Versión**
- ° Estándar
- **L** Estándar silenciada
- **A** Elevada eficacia
- **E** Elevada eficacia silenciosa
- **U** Gran eficacia
- **N** Gran eficacia silenciosa

12 **Baterías**
- ° Aluminio microcanal
- **O** Aluminio microcanal con tratamiento de electrodeposición catódica
- **R** Cobre - Cobre
- **S** Cobre - Estaño

13 **Ventiladores**
- ° Estándar
- **M** De gran tamaño
- **J** Inverter

14 **Alimentación**
- ° 400V/3/50Hz con fusibles

(2) La disponibilidad de los modelos es que se acuerden con el técnico de ventas
(3) los tamaños de la 1800÷3600 tienen de serie la válvula termostática electrónica
(4) os modelos motocondensantes no se pueden configurar con la opción Y/X/Z
Recuperación calor "D / T" no es compatible con la opción S / Z y con vers. "C"
(5) Todo kit hidrónico (de PA a BJ) no son compatibles con los siguientes tamaños y versiones con recuperación de calor "T":
- 0800 - 0900 - 1000 - 1100 versión de "O"
- 0800 - versión 0900 de "A"
- 0800 - 0900 versión de "L"

(6) Todos los kit hidráulico con acumulación de bomba / ee (de AA a BJ) no son compatibles para todos los tamaños y versiones con recuperación de calor "T"

15-16 **Kit hidrónico integrado**

00 Sin kit hidrónico

Con N°1 de la bomba: (5)
- **PA** Bomba A
- **PB** Bomba B
- **PC** Bomba C
- **PD** Bomba D
- **PE** Bomba E
- **PF** Bomba F
- **PG** Bomba G
- **PH** Bomba H
- **PI** Bomba I
- **PJ** Bomba J

Con N°2 de la bombas: (5)
- **DA** Bomba A y bomba de reserva
- **DB** Bomba B y bomba de reserva
- **DC** Bomba C y bomba de reserva
- **DD** Bomba D y bomba de reserva
- **DE** Bomba E y bomba de reserva
- **DF** Bomba F y bomba de reserva
- **DG** Bomba G y bomba de reserva
- **DH** Bomba H y bomba de reserva
- **DI** Bomba I y bomba de reserva
- **DJ** Bomba J y bomba de reserva

Con N°1 de la bombas y acumulador: (5)(6)
- **AA** Bomba A y acumulador
- **AB** Bomba B y acumulador
- **AC** Bomba C y acumulador
- **AD** Bomba D y acumulador
- **AE** Bomba E y acumulador
- **AF** Bomba F y acumulador
- **AG** Bomba G y acumulador
- **AH** Bomba H y acumulador
- **AI** Bomba I y acumulador
- **AJ** Bomba J y acumulador

Con N°2 de la bombas y acumulador: (5)(6)
- **BA** bomba A, bomba de reserva y acumulador
- **BB** bomba B, bomba de reserva y acumulador
- **BC** bomba C, bomba de reserva y acumulador
- **BD** bomba D, bomba de reserva y acumulador
- **BE** bomba E, bomba de reserva y acumulador
- **BF** bomba F, bomba de reserva y acumulador
- **BG** bomba G, bomba de reserva y acumulador
- **BH** bomba H, bomba de reserva y acumulador
- **BI** bomba I, bomba de reserva y acumulador
- **BJ** bomba J, bomba de reserva y acumulador

Datos técnicos

Mod NRB			0800	0900	1000	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600
Potencia frigorífica	°	kW	221	244	270	299	352	404	438	510	559	596	674	719	784	829	878	943	996
	L	kW	217	237	272	307	343	390	438	497	554	607	665	726	769	833	885	950	1002
	A	kW	224	252	283	326	361	411	461	518	575	632	696	756	804	865	927	978	1024
	E	kW	219	248	275	321	358	403	454	514	568	636	687	740	793	856	910	963	1017
	U	kW	227	257	286	329	369	414	466	528	593	654	716	764	814	877	939	997	1047
	N	kW	227	260	284	327	367	412	465	521	578	645	702	748	803	865	925	971	1027
Potencia absorbida	°	kW	73	83	94	110	117	135	155	176	194	217	236	256	270	293	315	329	355
	L	kW	73	86	92	107	123	139	152	173	192	214	234	247	270	285	307	323	348
	A	kW	71	81	90	105	115	132	148	166	183	203	223	240	256	277	297	314	330
	E	kW	70	79	89	102	115	130	144	165	183	203	221	237	255	275	291	310	328
	U	kW	69	78	87	99	112	126	141	160	179	198	215	229	249	266	282	303	320
	N	kW	69	79	86	99	112	125	140	158	176	195	213	229	247	263	283	301	319
EER	°	W/W	3,02	2,93	2,87	2,71	3,00	2,98	2,82	2,90	2,88	2,75	2,85	2,81	2,90	2,83	2,79	2,86	2,80
	L	W/W	2,97	2,76	2,96	2,86	2,80	2,81	2,88	2,87	2,89	2,84	2,84	2,94	2,85	2,93	2,88	2,94	2,88
	A	W/W	3,17	3,11	3,14	3,11	3,13	3,12	3,13	3,12	3,13	3,11	3,12	3,14	3,14	3,12	3,12	3,11	3,10
	E	W/W	3,14	3,12	3,10	3,14	3,12	3,10	3,15	3,12	3,10	3,13	3,10	3,13	3,10	3,12	3,13	3,10	3,10
	U	W/W	3,30	3,31	3,30	3,31	3,31	3,28	3,31	3,31	3,31	3,31	3,32	3,33	3,27	3,30	3,33	3,30	3,28
	N	W/W	3,32	3,30	3,29	3,32	3,28	3,28	3,31	3,30	3,28	3,31	3,29	3,27	3,26	3,28	3,27	3,22	3,22
ESEER	°	W/W	4,16	4,07	4,00	3,84	4,14	4,12	3,96	4,04	4,02	3,88	3,98	3,94	4,04	3,97	3,92	4,00	3,93
	L	W/W	4,23	4,09	4,22	4,15	4,11	4,12	4,17	4,16	4,18	4,14	4,14	4,21	4,14	4,20	4,17	4,21	4,17
	A	W/W	4,32	4,23	4,27	4,23	4,25	4,24	4,25	4,24	4,26	4,23	4,24	4,28	4,27	4,25	4,24	4,23	4,21
	E	W/W	4,33	4,30	4,27	4,33	4,29	4,27	4,33	4,29	4,27	4,31	4,27	4,31	4,27	4,29	4,31	4,26	4,27
	U	W/W	4,37	4,39	4,37	4,39	4,38	4,35	4,39	4,39	4,39	4,39	4,41	4,42	4,33	4,38	4,41	4,37	4,34
	N	W/W	4,48	4,44	4,44	4,48	4,42	4,42	4,47	4,45	4,42	4,47	4,44	4,40	4,38	4,42	4,41	4,33	4,32
Caudal de agua	°	l/h	38160	42120	46550	51620	60800	69720	75600	88010	96580	103000	116350	124240	135450	142970	151500	162790	171800
	L	l/h	37360	40940	46960	52990	59200	67320	75460	85760	95600	104710	114690	125170	132530	143570	152590	163960	172820
	A	l/h	38600	43440	48860	56140	62190	70870	79580	89370	99160	109010	120100	130380	138690	149210	159850	168810	176730
	E	l/h	37750	42770	47360	55330	61750	69420	78330	88560	97950	109670	118450	127560	136720	147660	156920	166120	175460
	U	l/h	39190	44360	49350	56750	63670	71380	80370	91100	102250	112740	123390	131760	140330	151290	161950	172070	180640
	N	l/h	39210	44840	49030	56430	63300	70980	80240	89790	99680	111130	120920	128990	138510	149130	159500	167560	177270
Pérdidas de carga totales	°	kPa	46	55	38	45	44	39	46	40	47	53	52	58	60	36	39	46	43
	L	kPa	25	20	27	24	29	23	30	28	37	36	44	28	31	30	34	39	43
	A	kPa	27	22	30	27	32	25	34	30	39	39	48	30	34	32	38	41	45
	E	kPa	19	23	20	27	21	27	26	33	33	22	25	30	34	33	38	41	46
	U	kPa	20	25	21	29	23	28	27	35	36	23	27	32	36	35	40	44	49
	N	kPa	20	25	21	28	23	28	27	34	34	23	26	30	35	34	39	42	47

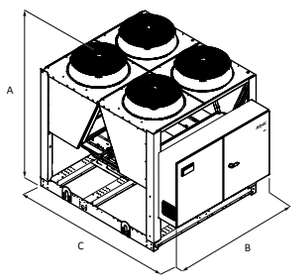
Enfriamiento (14511:2013)
Temperatura agua evaporador (in/out) 12 °C / 7 °C; temperatura aire externo 35 °C

DATOS GENERALES				0800	0900	1000	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600
Datos eléctricos																				
Corriente total absorbida	(1)	°	A	128	143	160	186	202	230	261	300	330	367	405	434	459	498	535	563	606
	(1)	L	A	123	142	154	179	203	232	251	290	319	359	390	413	449	479	513	545	585
	(1)	A	A	124	140	159	182	198	224	252	284	316	349	386	418	442	476	513	542	568
	(1)	E	A	119	135	149	172	193	216	240	275	306	343	373	397	426	460	488	521	549
	(1)	U	A	124	138	153	176	196	218	244	278	312	348	377	401	432	463	494	528	556
	(1)	N	A	118	135	147	167	189	209	234	264	295	329	360	385	412	442	475	506	536
Compresores			tipo	scroll																
Compresores			n°	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	6	6	6	6	6
Circuitos			n°	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Gas refrigerante			tipo	R410A																
Intercam. lado inst.			tipo	palcas																
Intercambiador			n°	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ventiladores estándard			tipo	axial																
Ventiladores		°	n°	4	4	4	4	6	6	6	8	8	8	10	10	12	12	12	14	14
		L	n°	4	4	6	6	6	6	8	8	10	10	12	14	14	14	16	16	16
		A	n°	4	4	6	6	6	6	8	8	10	10	12	14	14	14	16	16	16
		E	n°	6	6	6	8	8	8	10	12	12	14	14	16	16	18	20	20	20
		U	n°	6	6	6	8	8	8	10	12	12	14	14	16	16	18	20	20	20
		N	n°	8	8	8	10	10	10	12	14	14	16	16	18	18	20	22	22	22
Caudal de aire		°	m³/h	64000	64000	64000	64000	96000	96000	96000	128000	128000	128000	160000	160000	192000	192000	192000	224000	224000
		L	m³/h	46000	46000	69000	69000	69000	69000	92000	92000	115000	115000	138000	161000	161000	161000	184000	184000	208000
		A	m³/h	64000	64000	96000	96000	96000	96000	128000	128000	160000	160000	192000	224000	224000	224000	256000	256000	288000
		E	m³/h	69000	69000	69000	92000	92000	92000	115000	138000	138000	161000	161000	184000	184000	207000	230000	230000	230000
		U	m³/h	96000	96000	96000	128000	128000	128000	160000	192000	192000	224000	224000	256000	256000	288000	320000	320000	320000
		N	m³/h	92000	92000	92000	115000	115000	115000	138000	161000	161000	184000	184000	207000	207000	230000	253000	253000	253000
Datos sonoros																				
Potencia sonora		°	dB(A)	88	88	88	88	90	90	90	92	92	93	95	95	96	96	96	96	96
		L	dB(A)	83	83	85	85	85	86	86	88	89	90	90	91	91	92	92	93	93
		A	dB(A)	88	88	90	90	90	90	91	92	94	94	96	96	96	96	97	97	97
		E	dB(A)	85	85	85	86	86	86	88	89	89	91	91	92	92	93	93	93	93
		U	dB(A)	90	90	90	91	91	91	93	94	95	96	96	97	97	98	98	98	98
		N	dB(A)	86	86	86	88	88	88	88	90	90	91	92	93	93	93	94	94	94
			V/ph/Hz	400V/3/50Hz																

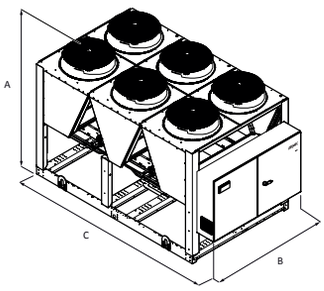
(1) Los datos eléctricos corresponden a las versiones sin kit hidrónico integrado
Potencia sonora Aermec establece el valor de la potencia sonora sobre la base de medidas realizadas en conformidad con la normativa UNI EN ISO 9614-2, respecto a lo requerido por la certificación Eurovent.
Nota: Para mayores informaciones, remitirse al programa de selección Magellano o a la documentación técnica disponible en el sitio www.aermec.com

Dimensiones (mm)

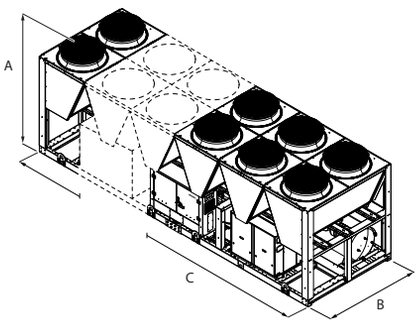
NRB0800÷1100 ° (1)
NRB0800÷0900 L/A (1)



NRB1200÷1600 °
NRB1000÷1400 L/A
NRB0800÷1000 E/U



NRB1800÷3600 °
NRB1600÷3600 L/A
NRB1100÷3600 E/U
NRB0800÷3600 N



Mod. NRB			**Vers.**	**0800**	**0900**	**1000**	**1100**	**1200**	**1400**	**1600**	**1800**	**2000**
Altura	(mm)	A	todos	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450
Ancho	(mm)	B	todos	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200
longitud	(mm)	C	°	2780 (1)	2780 (1)	2780 (1)	2780 (1)	3970	3970	3970	4760	4760
			L	2780 (1)	2780 (1)	3970	3970	3970	3970	4760	4760	5950
			A	2780 (1)	2780 (1)	3970	3970	3970	3970	4760	4760	5950
			E	3970	3970	3970	4760	4760	4760	5950	7140	7140
			U	3970	3970	3970	4760	4760	4760	5950	7140	7140
			N	4760	4760	4760	5950	5950	5950	7140	8330	8330
Peso	(kg)		°	2240	2280	2350	2390	2880	2930	2960	3580	3660
			L	2260	2320	2800	2870	2910	2970	3490	3630	4110
			A	2260	2320	2800	2870	2910	2970	3490	3630	4110
			E	2720	2760	2840	3370	3440	3460	3940	4390	4510
			U	2720	2760	2840	3370	3440	3460	3940	4390	4510
			N	3220	3270	3340	3770	3840	3870	4290	4840	4970

La profundidad de los modelos sin kit hidrónico o bombas, para los modelos con la profundidad de almacenamiento es de 3970mm

Mod. NRB			**Vers.**	**2200**	**2400**	**2600**	**2800**	**3000**	**3200**	**3400**	**3600**
Altura	(mm)	A	todos	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450	2450
Ancho	(mm)	B	todos	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200
longitud	(mm)	C	°	4760	5950	5950	7140	7140	7140	8330	8330
			L	5950	7140	8330	8330	8330	9520	9520	9520
			A	5950	7140	8330	8330	8330	9520	9520	9520
			E	8330	8330	9520	9520	10710	11900	11900	11900
			U	8330	8330	9520	9520	10710	11900	11900	11900
			N	9520	9520	10710	10710	11900	13090	13090	13090
Peso	(kg)		°	3740	4270	4500	5150	5390	5470	6000	6150
			L	4230	4670	5510	5760	5910	6390	6520	6600
			A	4230	4670	5510	5760	5910	6390	6520	6600
			E	5200	5280	5910	6160	6700	7140	7220	7300
			U	5200	5280	5910	6160	6700	7140	7220	7300
			N	5600	5680	6310	6560	7010	7540	7620	7700

AIRLAN aire acondicionado	**Airlan Industrial** Camino Pertxeta 22 Teléfono Fax E-mail	Referencia Obra Pedido Referencia AHU Posición Fecha Responsable Nº Matrícula AHU Nombre / Versión Software	**PROYECTO TFG** **17/056** **CL DCHAS2** **18/04/2020** **NM 08/17-0147** **AHEAD / 01.01.06**

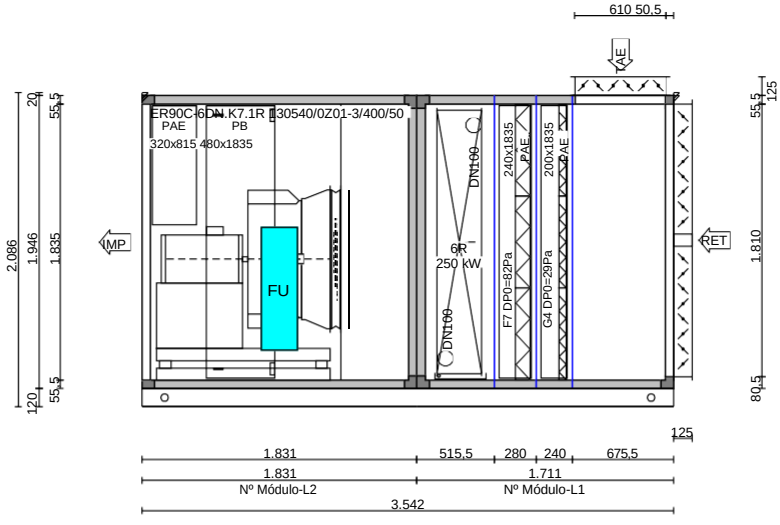
Cliente:
D.SETIÉN

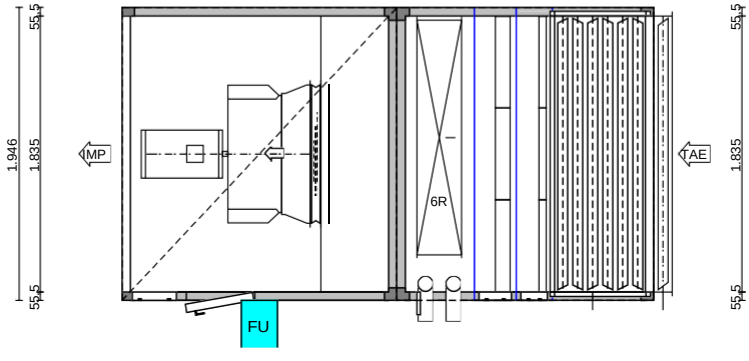
ErP 2016 Ready	Modelo	Caudal [m³/h]	DP Disp. [Pa]	Velocidad [m/s]	Potencia del	SFP (Ws/m3)
Impulsión	**FMA 284**	**53.000**	**250**	**2,06**	**11,0**	**1.113**

Temperatura Diseño Exterior **10,0** - *% Recirculación* **90** - *Densidad del Aire* - **1,2**

Etiquetado energético para condiciones húmedas

NRVU-UVU





Características de la Envolvente

Clasificación S/Criterios Eurovent		Fin			
Resistencia mecánica	**D1 (M)**	Ejecución	**AHU Intemperie**	Carpintería interior	**Acero zincado**
Fugas (-400Pa)	**L1 (M)**	Espesor del pa	**50,0**	Interior Panel	**Acero zincado**
Fugas (+700Pa)	**L3 (M)**	Aislamiento	**Poliuretano**	Exterior Panel	**Acero Galvanizado Prepintado**
Bypass Filtros	**F9 (M)**	Perfiles	**Alumínio**	Suelo AHU	**Acero zincado**
Transmitancia térmica	**T2**				
Puente Térmico	**TB3**				

Módulo Nº	Anchura	Altura	Longitud	Peso
L1	**1.946**	**1.946**	**1.711**	**1.091**
L2	**1.946**	**1.946**	**1831**	**976**
L				
L				
L				

Niveles Acústicos **2** (m)

	Potencia Sonora Lw dB(A)		Presión Sonora Lp dB(A)	
	Impulsión	Extracción	Impulsión	Extracción
Aspiración	**77,4**		**63,4**	
Impulsión	**91,1**		**77,1**	
Transmitido	**77,6**		**63,6**	

Módulo ja Mezclas Simple	**675,5 mm**	**10 Pa**	**104,0 kg**	Corriente:	***Impulsión*** Módulo Nº	**L1**

Aire Retorno [m³/h]	**46.500**	Humedad [%]	**50,0**	Aire mezcla	Temperatura	**25**	Humedad [%] **50**
Aire Exterior [m³/h]	**6.500**	Humedad [%]	**80,0**	Caudal [m³/h]	**53.000**		

Compuerta: Dimensiones [mm] **1.835,0 x 610,0 x 125,0**

Accionamiento:	**estándar**	Caudal [m³/h]	**51.500**	Marco	**Alumínio**
Nº Actuadores	**1**	Velocidad [m/s]	**6,20**	Lamas	**Alumínio**
Par [Nm]	**8,3**	DP [Pa]	**10**	Tipo	**AL 125**

Compuerta: Dimensiones [mm] **1.835,0 x 1.810,0 x 125,0**

Accionamiento:	**estándar**	Caudal [m³/h]	**51.500**	Marco	**Alumínio**
Nº Actuadores	**1**	Velocidad [m/s]	**2,09**	Lamas	**Alumínio**
Par [Nm]	**22,2**	DP [Pa]	**1**	Tipo	**AL 125**

Filtro	**240,0 mm**	**90 Pa**	**103,0 kg**	Corriente:	***Impulsión*** Módulo Nº	**L1**

Filtro de placas / Z-Z

Tipo	**G4 Quebrado 48 S**
Clase	**G4**
DP inicial [Pa]	**29**
DP Final recomendada [Pa]	**150**
Caudal [m³/h]	**51.500**
Material celdas Filtrantes	**Sintetico**

Clase Eficiencia Filtr
Saco largo [mm] **48,0**
Superfície del filtro [m2] **6,3**
Nº Celdas x Tamaño [mm]
9 x **592,0** x **592,0**

Tipo de puerta: Puerta Amarre exterior (PAE) Dimensiones [mm] **200,0 x 1.835,0**

Filtro	**280,0 mm**	**141 Pa**	**164,0 kg**	Corriente:	***Impulsión*** Módulo Nº	**L1**

Filtro de placas / Z-Z

Tipo	**F7 Miniplegado 98 S**
Clase	**F8**
DP inicial [Pa]	**82**
DP Final recomendada [Pa]	**200**
Caudal [m³/h]	**51.500**
Material celdas Filtrantes	**Microfibra de**

Clase Eficiencia Filtr
Saco largo [mm] **98,0**
Superfície del filtro [m2] **99,0**
Nº Celdas x Tamaño [mm]
9 x **592,0** x **592,0**

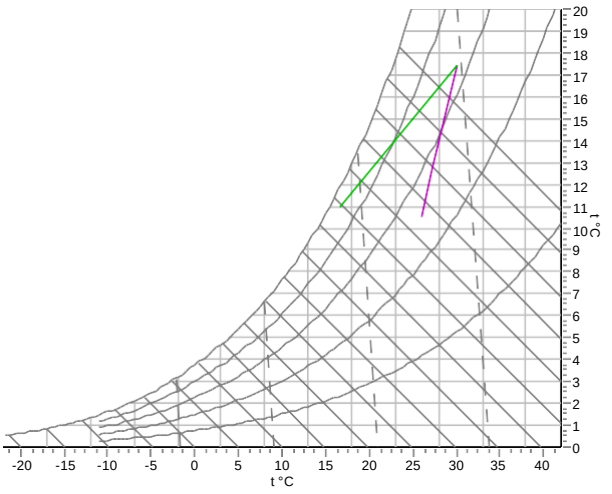
Tipo de puerta: Puerta Amarre exterior (PAE) Dimensiones [mm] **240,0 x 1.835,0**

Pedido	**17/056**	Página	**3 / 5**
Referencia AHU	**CL IZQDAS**	Fecha	**18/04/2020**
Posición		Versión	**AHEAD / 01.01.06**
Modelo IMP	**FMA 284**		

Batería Frío	**515,5 mm**	**182 Pa**	**720,0 kg**	Corriente: ***Impulsión*** Módulo Nº **L1**

Caudal [m³/h]	**53.000**		
Velocidad [m/s]	**2,55**		
Tª IN [°C]	**30,0**	Hr IN [%]	**65,0**
Tª OUT [°C]	**16,7**	Hr OUT [%	**92,8**
Potencia Total [kW]	**250,0**		
Potencia Sensible [kW]	**570,2**		
Factor Calor Sensible	**0,7**		
DP [Pa]	**182** (Condiciones Humedas)		

Fluido Caloportador	**Agua**
Caudal [l/s]	**12,3**
Velocidad Agua [m/s]	**1,9**
Temperatura Agua IN [°C]	**7,0**
Temperatura Agua OUT [°	**12,0**
DP Agua [kPa]	**18,1**
Volumen [l]	**97,5**
Lado de conexiones	**estándar**



Características Constructivas

Separación Aletas [mm]	**2,3**	Aletas	**Alumínio**
	75	Tubería	**Cobre**
Nº Filas	**6**	Colector	**Acero pintado**
Colector IN	**DN 100 Ø 4 0/0**	Marco	**Acero zincado**
Colector OUT	**DN 100 Ø 4 0/0**	Protección Aletas	**-**

Código **8.35.CU.11.AL.50.06.1557.23.W.X.X.075.300.R 4" L**

Bandeja Condensados	Material	**Alumínio**	Conexión Drenaje	**Ø0 3/4**
	Modelo	**Plano**	Altura	**40,0**

Plug fan	**1.831,0 m**	**Pa**	**973,0 kg**	Corriente:	***Impulsión***	Módulo Nº	**L2**

Ventilador	**ER90C-6DN.K7.1R 130540/0Z01-**
Caudal Impulsión [m³/h]	**53.000**
DP Disponible [Pa]	**250**
DP Dinámica Pa	**58**
DP Total [Pa]	**759**
Potencia en el eje	**6,9**
Rendimiento Hidr	**76,6**
rpm	**920**
Nivel Potencia Sonora [dBA]	**91,3**
Factor de seguridad	**16**

Motor	**ZAH-IE2-50Hz-160-6-11**
Protección	**IP55**
Rendimiento clase IE	**IE2**
Potencia nominal [kW]	**11,000**
Velocidad +-2 % [RPM]	**970**
Intensidad +-5% [A]	**22,7**
Alimentación	**3x400 / 50**
Punto de trabajo [Hz]	**47,4**
Máxima frecuencia [Hz]	**56**

Nivel Potencia Sonora por Banda Octava Lw/ dB

Ot. Frq. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Aspiración	**72,0**	**84,0**	**82,0**	**79,0**	**81,0**	**79,0**	**74,0**	**71,0**
Salida	**77,0**	**87,0**	**89,0**	**89,0**	**86,0**	**84,0**	**76,0**	**72,0**

Antivibratorios Tipo **goma**

Curva Característica

El efecto sistema se ha tenido en cuenta en las prestaciones del conjunto motoventilador

Tipo de puerta: Puerta con Bisagras y Manillas	Dimensiones [mm]	**480,0 x 1.835,0**
Tipo de puerta: Puerta Amarre exterior (PAE)	Dimensiones [mm]	**320,0 x 815,0**

Tamaño / Posición Toma de Aire: **1.835,0 x 1.835,0** / **E**

Tamaño / Posición Toma de Aire: **920,0 x 920,0** / **L**

Variador de frecuencia		Tensión [V]	**3x400**	Protección	**IP20**
Tipo	**FR-F740-00250-EC**	Potencia máxima Motor [kW]	**11,000**	Frecuencia de la r	**50**
Fabricante	**Mitsubishi Electric**	Intensidad [A]	**23,00**		

Pedido	**17/056**	Página	**5 / 5**
Referencia AHU	**CL IZQDAS**	Fecha	**18/04/2020**
Posición		Versión	**AHEAD / 01.01.06**
Modelo IMP	**FMA 284**		

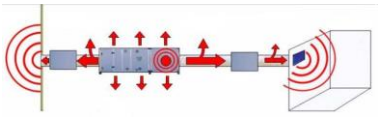
Espectro Sonoro

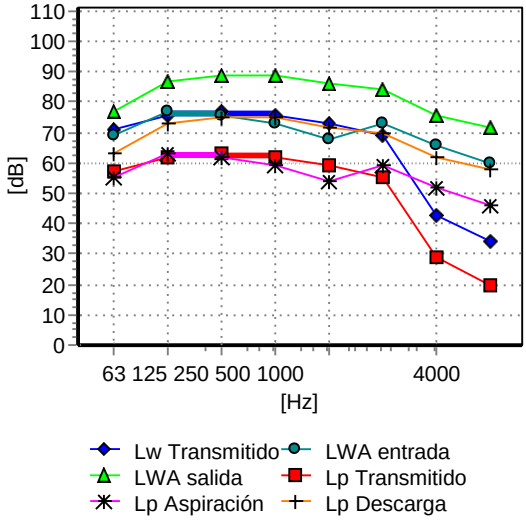
Nivel Potencia Sonora [dB]

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Lw [dB(A)]
Aspiración	**69,0**	**77,0**	**76,0**	**73,0**	**68,0**	**73,0**	**66,0**	**60,0**	**77,4**
Salida	**77,0**	**87,0**	**89,0**	**89,0**	**86,0**	**84,0**	**76,0**	**72,0**	**91,1**
Transmitido	**71,0**	**76,0**	**77,0**	**76,0**	**73,0**	**69,0**	**43,0**	**34,0**	**77,6**

Nivel Presión Sonora [dB] Distancia Fuente **2 m**

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Lp [dB(A)]
Aspiración	**55,0**	**63,0**	**62,0**	**59,0**	**54,0**	**59,0**	**52,0**	**46,0**	**63,4**
Salida	**63,0**	**73,0**	**75,0**	**75,0**	**72,0**	**70,0**	**62,0**	**58,0**	**77,1**
Transmitido	**57,0**	**62,0**	**63,0**	**62,0**	**59,0**	**55,0**	**29,0**	**20,0**	**63,6**





1	Se **Zócalo BASH120**
1	Se **Cubierta del techo**

TUBO DE CONDUCCIÓN

- Negro
- Galvanizado por inmersión
- Decapado

TUBO DE CONDUCCIÓN

MATERIAL: *Negro*

NORMA: *EN 10255.*

CALIDAD ESTANDAR: *S195T.*

RECARGO POR CALIDAD DE MATERIAL Y OTROS: *Bajo consulta.*

Para evitar problemas, exija el Certificado de Calidad.

Materiales especiales no estándares: bajo consulta.

Negro lisos y roscados:
Tipo L2 (ISO)

Diámetro		Espesor	Precios - Euros / 100 metros	
Pulgadas	mm	mm	Negro lisos	Negro roscados
3/8"	17,2	1,8	113	121
1/2"	21,3	2	145	155
3/4"	26,9	2,3	194	208
1"	33,7	2,6	269	288
1 1/4"	42,4	2,6	341	365
1 1/2"	48,3	2,9	433	463
2"	60,3	2,9	547	585
2 1/2"	76,1	3,2	776	830
3"	88,9	3,2	914	978
3 1/2"	101,6	3,2	1.100	1.177
4"	114,3	3,6	1.351	1.446
5"	139,7	3,70	1.705	-
6"	165,1	3,70	2.041	-

Negro lisos y roscados:
Serie M (DIN 2440)

Diámetro		Espesor	Precios - Euros / 100 metros	
Pulgadas	mm	mm	Negro lisos	Negro roscados
3/8"	17,2	2,3	139	149
1/2"	21,3	2,6	185	198
3/4"	26,9	2,6	220	235
1"	33,7	3,2	327	350
1 1/4"	42,4	3,2	415	444
1 1/2"	48,3	3,2	478	511
2"	60,3	3,6	674	721
2 1/2"	76,1	3,6	872	933
3"	88,9	4	1.138	1.218
4"	114,3	4,5	1.690	1.808
5"	139,7	5	2.301	-
6"	165,1	5	2.745	-

TUBO DE CONDUCCIÓN

MATERIAL: *Galvanizado por inmersión*

NORMA: *EN 10255.*

CALIDAD ESTANDAR: *S195T.*

RECARGO POR CALIDAD DE MATERIAL Y OTROS: *Bajo consulta.*

Para evitar problemas, exija el Certificado de Calidad.

Materiales especiales no estándares: bajo consulta.

Galvanizado por inmersión lisos y roscados:
Tipo L2 (ISO)

Diámetro		Espesor	Precios - Euros / 100 metros	
Pulgadas	mm	mm	Galva lisos	Galva roscados
3/8"	17,2	1,8	154	165
1/2"	21,3	2	199	212
3/4"	26,9	2,3	273	292
1"	33,7	2,6	379	406
1 1/4"	42,4	2,6	481	515
1 1/2"	48,3	2,9	618	662
2"	60,3	2,9	773	827
2 1/2"	76,1	3,2	1.095	1.172
3"	88,9	3,2	1.283	1.373
3 1/2"	101,6	3,2	1.557	1.666
4"	114,3	3,6	1.884	2.016
5"	139,7	3,70	2.436	-
6"	165,1	3,70	2.916	-

Galvanizado por inmersión lisos y roscados:
Serie M (DIN 2440)

Diámetro		Espesor	Precios - Euros / 100 metros	
Pulgadas	mm	mm	Galva lisos	Galva roscados
3/8"	17,2	2,3	190	203
1/2"	21,3	2,6	254	271
3/4"	26,9	2,6	309	331
1"	33,7	3,2	460	493
1 1/4"	42,4	3,2	587	628
1 1/2"	48,3	3,2	682	730
2"	60,3	3,6	953	1.020
2 1/2"	76,1	3,6	1.230	1.316
3"	88,9	4	1.599	1.711
4"	114,3	4,5	2.357	2.522
5"	139,7	5	3.188	-
6"	165,1	5	3.792	-

TUBO DE CONDUCCIÓN

MATERIAL: *Decapado*

NORMA: *EN 10255.*

CALIDAD ESTANDAR: *S195T.*

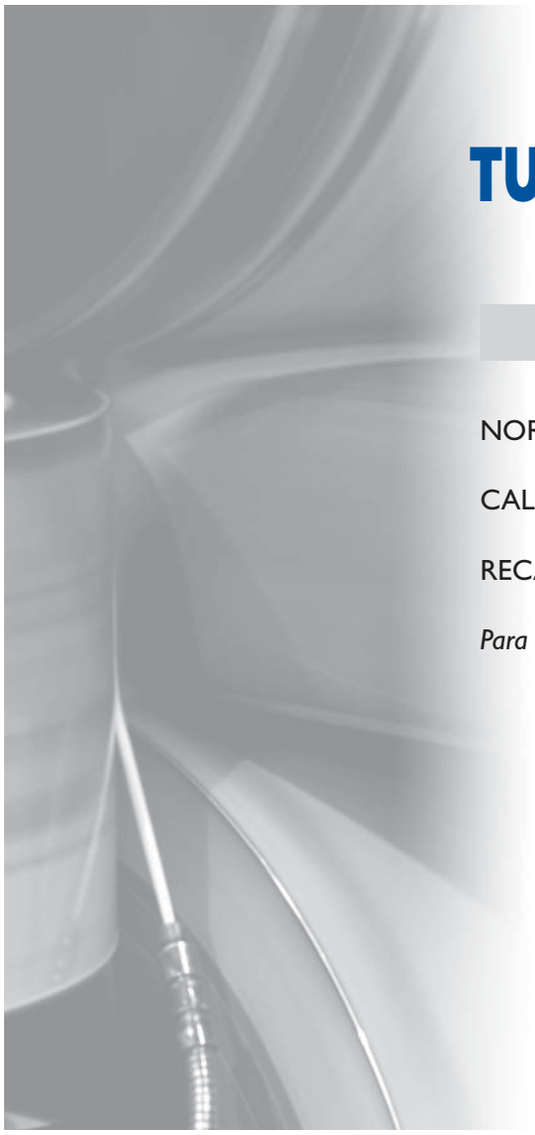
RECARGO POR CALIDAD DE MATERIAL Y OTROS: *Bajo consulta.*

Para evitar problemas, exija el Certificado de Calidad.

Materiales especiales no estándares: bajo consulta.

Decapado lisos y roscados:
Tipo L2 (ISO)

Diámetro		Espesor	Precios - Euros / 100 metros
Pulgadas	mm	mm	Decapado lisos
3/8"	17,2	1,8	113



TUBO DE CONDUCCIÓN

MATERIAL: *Negro*

NORMA: *EN 10219.*

CALIDAD ESTANDAR: *S275J0H.*

RECARGO POR CALIDAD DE MATERIAL Y OTROS: *Bajo consulta.*

Para evitar problemas, exija el Certificado de Calidad.

Materiales especiales no estándares: bajo consulta.

Diámetro	Espesor	Precios - Euros / 100 metros
Pulgadas	mm	Negro lisos
8”	3	1.854
	4	2.368
	5	3.021
	6	3.676
10”	4	3.036
	5	3.875
	6	4.689
12”	4	3.702
	5	4.665
	6	5.647

TUBO DE CONDUCCIÓN

MATERIAL: *Galvanizado por Inmersión*

NORMA: *EN 10219.*

CALIDAD ESTANDAR: *S275J0H.*

RECARGO POR CALIDAD DE MATERIAL Y OTROS: *Bajo consulta.*

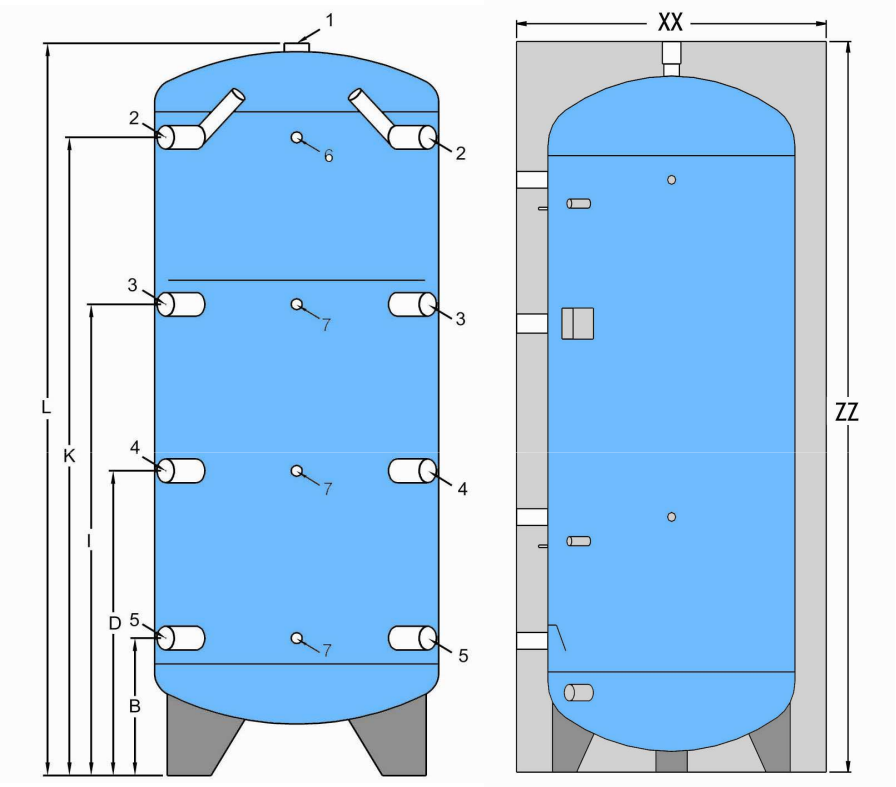
Para evitar problemas, exija el Certificado de Calidad.

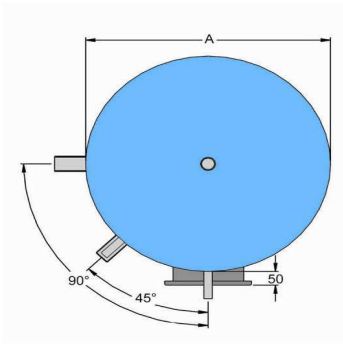
Materiales especiales no estándares: bajo consulta.

Diámetro	Espesor	Precios - Euros / 100 metros
Pulgadas	mm	Galva lisos
8”	3	2.784
	4	3.601
	5	4.560
	6	5.490
10”	4	4.585
	5	5.808
	6	7.003
12”	4	5.544
	5	6.967
	6	8.406

Acumuladores inercia

Depósito acumulador para el calentamiento de agua especialmente indicados para sistemas que precisen inercia térmica. Construidos en acero al carbono, pintados exteriormente y provistos de un aislamiento estándar de poliuretano flexible de 100mm.





P diseño	T diseño
6 bar	95ºC

Dimensiones (mm)

Modelo	Volumen (l)	A	B	D	I	K	L	xx	zz	Peso (Kg)
AICV003	300	500	215	595	975	1355	1560	700	1635	90
AICV004	500	650	330	710	1090	1470	1700	850	1775	120
AICV005	750	790	335	715	1095	1475	1725	990	1800	170
AICV006	1000	790	280	805	1335	1860	2115	990	2190	190
AICV007	1500	1.000	390	750	1310	1770	2090	1200	2165	240
AICV008	2000	1.100	390	950	1510	2070	2405	1300	2480	330
AICV009	3000	1.250	390	1020	1650	2280	2645	1450	2720	400
AICV010	4000	1.500	470	1030	1590	2150	2575	1700	2645	460
AICV011	5000	1.600	465	1095	1725	2355	2795	1800	2870	555

Conexiones

1	Evacuación de aire	1" 1/4
2	Entrada desde sistema auxiliar	1 1/2"
3	Entrada desde sistema auxiliar	1 1/2"
4	Salida hacia sistema auxiliar - 50ºC	1 1/2"
5	Salida hacia sistema auxiliar - 30ºC	1 1/2"
6	Termómetro	1/2"

CHROMAGEN ESPAÑA S.L.U. Calle Foro, 6 - Polígono Industrial La Isla, 41703 Dos Hermanas (Sevilla) | España
Delegaciones comerciales: Centro: 661.430.029 | Levante: 648.007.662 | Norte: 687.874.506 | Sur: 670.506.297
C.I.F.: B-61668075 | Teléfono: 954.184.541 | Fax: 955. 600.457 | E-Mail: chromagen@chromagen.es | www.chromagen.es

IBAIONDO

SMR-P (35 – 100 Litros)

CE

Vasos de expansión de membrana
Sistemas cerrados de energía solar

- Vasos de expansión de membrana para sistemas cerrados de energía solar
- Material: Acero
- Membrana recambiable, según EN 13831, especial para soportar picos de temperatura de hasta 130ºC durante una hora
- Se recomienda instalar un vaso intermedio VI disipador de temperatura
- Conexión de agua en acero cincado (R 1”)
- Aptos para uso de anticongelantes hasta el 50%
- Válvula de hinchado
- Gas precarga: Aire
- Acabado exterior mediante pintura en color Blanco
- Fabricados conforme a la Directiva 2014/68/UE
- 2 años de garantía

Especificaciones técnicas

Volumen:	35 – 100 Litros
Membrana:	Recambiable
Presión máxima servicio:	10 Bar
Presión de prueba:	15 Bar
Precarga EXWORKS:	2,5 Bar
Temperatura máxima de servicio:	100ºC
Temperatura mínima de servicio:	-10ºC
Conexión de agua:	R 1” G.M

Peso (Kg)	Código	Modelo	Volumen (Lts.)	Presión (Bar)	ØD (mm)	H (mm)	Conexión agua R
10	01035070	35 SMR-P	35	10	360	615	1”
12	01050070	50 SMR-P	50	10	360	750	1”
16	03080070	80 SMR-P	80	10	450	750	1”
18	03100070	100 SMR-P	100	10	450	850	1”

INDUSTRIAS IBAIONDO, S.A. – Plentzia bidea, 3 – 48100 MUNGIA (BIZKAIA) ESPAÑA
Tel.: (+34) 946740400 Fax: (+34) 946740962
www.ibaiondo.com

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 27/04/2020

Text. prop.

Advierta! la foto puede diferir del actual producto

Código: 96087506

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 27/04/2020

Contar	Descripción
1	**TP 65-460/2 A-F-A-BAQE-NX1**

Advierta! la foto puede diferir del actual producto

Código: 96087506

El diseño de la bomba incluye un sistema de extracción superior que facilita el desmontaje del cabezal motor (el motor, el cabezal de la bomba y el impulsor) con fines de mantenimiento o reparación sin necesidad de desconectar las tuberías de la carcasa de la bomba.

La bomba está equipada con un cierre de fuelle de caucho no equilibrado. El cierre mecánico satisface los requisitos establecidos por la norma EN 12756. Pipework connection is via PN 16 DIN flanges (EN 1092-2 and ISO 7005-2).

La conexión de las tuberías se lleva a cabo por medio de bridas DIN de PN 16 (normas EN 1092-2 e ISO 7005-2).

La bomba está equipada con un motor asíncrono refrigerado por ventilador.

Paneles control:

Convertidor de frecuencia:	NONE

Líquido:

Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	0 .. 120 °C
Temperatura del líquido durante el funcionamiento:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³

Técnico:

Velocidad predeterminada:	2930 rpm
Caudal nominal:	56.9 m³/h
Altura nominal:	40.3 m
Diámetro actual del impulsor:	185 mm
Código del cierre:	BAQE
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B

Materiales:

Cuerpo hidráulico:	Fundición
Carcasa de la bomba:	EN-GJL-250 ASTM class 35
Impulsor:	Fundición EN-GJL-200 ASTM class 30

Instalación:

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 27/04/2020

Contar	Descripción

Rango de temperaturas ambientes: -30 .. 60 °C
Presión de trabajo máxima: 16 bar
Presión máxima a la temp. declarada: 16 bar / 120 °C
Tipo de conexión: DIN
Tamaño de la conexión: DN 65
Presión nominal para la conexión de la tubería: PN 16
Longitud puerto a puerto: 475 mm
Tamaño de la brida del motor: FF300

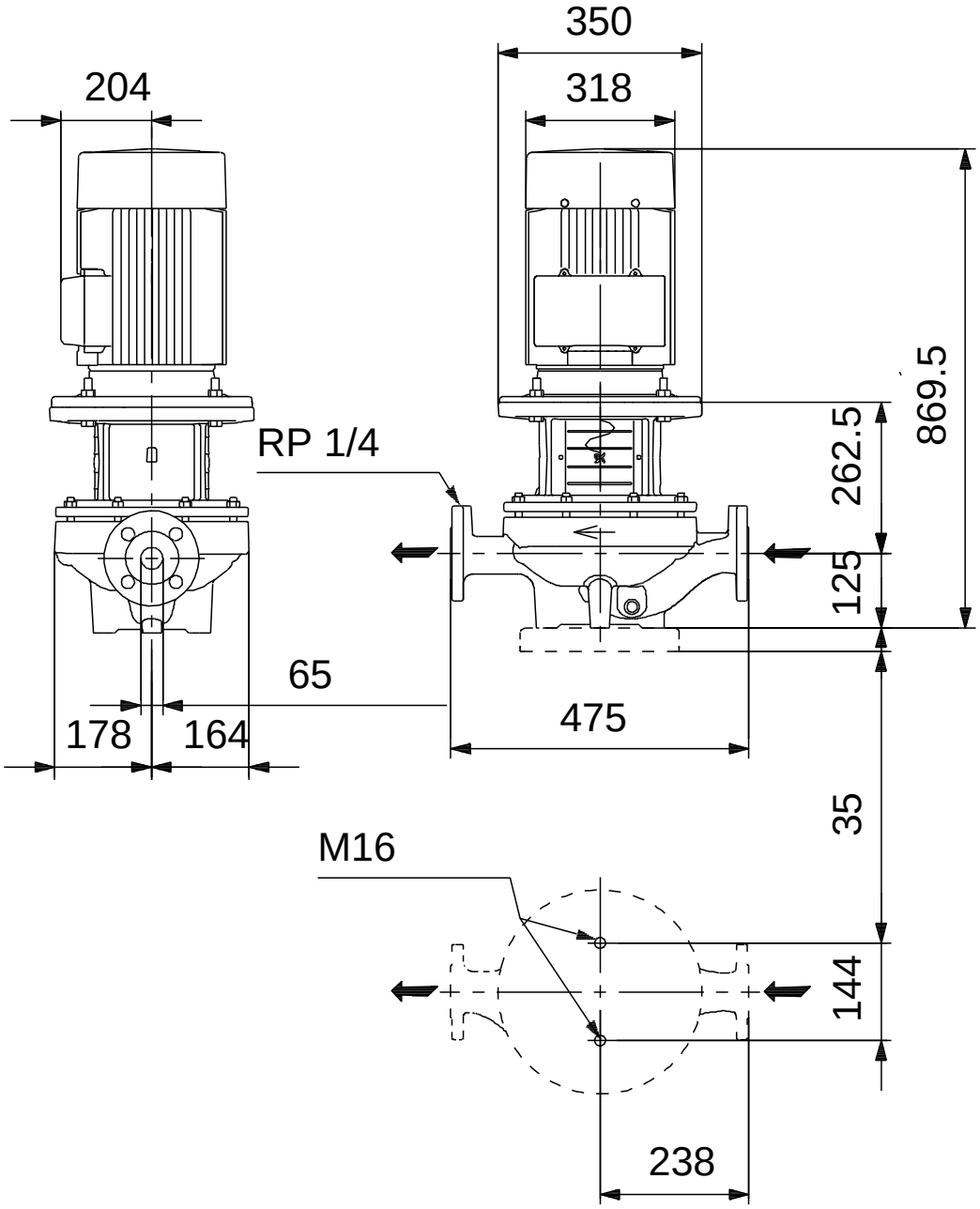
Datos eléctricos:
Tipo de motor: 160MB
Clase eficiencia IE: IE3
Potencia nominal - P2: 11 kW
Frecuencia de red: 50 Hz
Tensión nominal: 3 x 380-415D/660-690Y V
Intensidad nominal: 20,8-19,8/12,0-11,8 A
Intensidad de arranque: 660-780 %
Cos phi - factor de potencia: 0.88-0.84
Velocidad nominal: 2940-2950 rpm
Eficiencia: IE3 91,2%
Eficiencia del motor a carga total: 91.2 %
Eficiencia del motor a una carga de 3/4: 91.8 %
Eficiencia del motor a una carga de 1/2: 91.3 %
Número de polos: 2
Grado de protección (IEC 34-5): 55 Dust/Jetting
Clase de aislamiento (IEC 85): F
Motor N.º: 87420021

Otros:
Peso neto: 153 kg
Peso bruto: 181 kg
Volumen de transporte: 0.57 m³
VVS danés n.º: 382763461
País de origen.: HU
Tarifa personalizada n.º: 84137051

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 27/04/2020

96087506 TP 65-460/2 A-F-A-BAQE-NX1 50 Hz

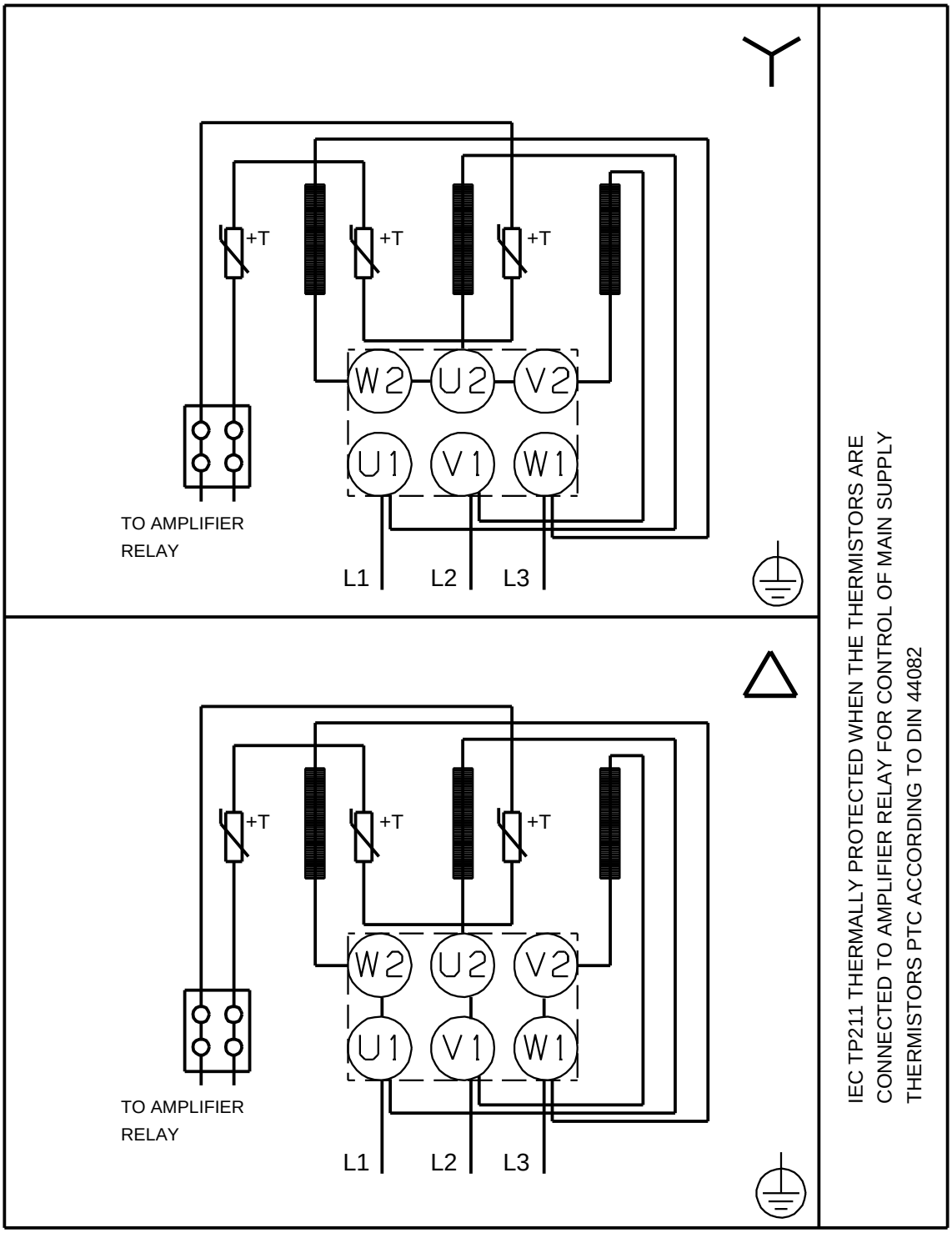


Nota: todas las unidades están en [mm] a menos que se indiquen otras. Exención de responsabilidad: este esquema dimensional simplificado no muestra todos los detalles.

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 27/04/2020

96087506 TP 65-460/2 A-F-A-BAQE-NX1 50 Hz

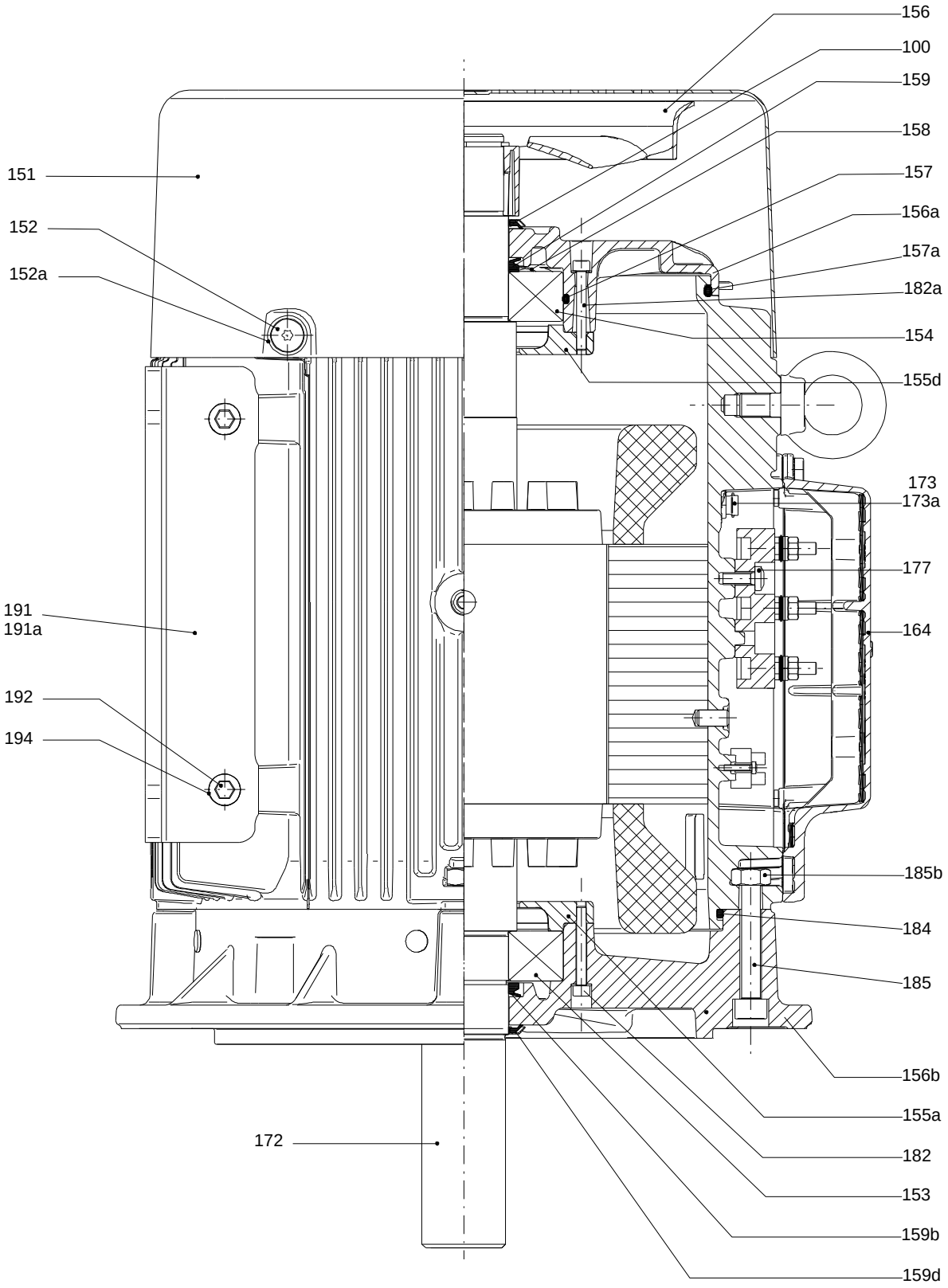


¡Nota!Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 27/04/2020

Plano seccionado



Diaphragm pressure switch
Stainless steel case
Model MW

WIKA data sheet PV 31.10

for further approvals
see page 3

Process Performance Series

Applications

- Pressure monitoring and direct switching of electrical loads
- General process instrumentation in the chemical and petrochemical industries, oil and gas industries, power generation incl. nuclear power plants, water/wastewater industries, mining
- For gaseous and liquid, aggressive and highly viscous or contaminated media, also in aggressive ambience

Special features

- Case from 316L, IP 66, NEMA 4X
- Setting ranges from 16 mbar to 600 bar, also all other equivalent vacuum or combined pressure and vacuum ranges
- Repeatability of the switch point < 1 % of the setting range
- Ex ia version available
- 1 or 2 independent switch points, high switching power up to AC 250 V, 20 A

Pressure switch model MW

Description

These high-quality pressure switches have been developed especially for safety-critical applications. The high quality of the products and manufacturing in accordance with ISO 9001 ensure reliable monitoring of your plant. In production, the switches are traced by quality assurance software at every step and subsequently are 100 % tested. All wetted materials are from stainless steel as a standard.

In order to ensure as flexible operation as possible, the pressure switches are fitted with micro switches, which enable the switching of an electrical load of up to AC 250 V, 20 A directly. For lower switching power ratings, such as for PLC applications, argon gas-filled micro switches with gold-plated contacts can be selected as an option. By using a diaphragm measuring system, the model MW pressure switch is extremely robust and guarantees optimal operating characteristics.

For applications with special requirements on the wetted parts, versions with materials from PTFE, Monel or Hastelloy are available.

For setting ranges from 4 ... 40 bar a piston replaces or completes the diaphragm as a measuring element. The wetted parts of this variant from stainless steel are particularly suited for liquid media.

Data sheets showing similar products:
Pressure switch, ignition protection type Ex d; model MA; see data sheet PV 31.11

Standard version

Case
Stainless steel 316L, case cover with bayonet lock, protection againts unauthorised access, lead sealing by customer possible, laser-engraved product label from stainless steel

Ingress protection
IP 66 per EN 60529 / IEC 60529, NEMA 4X

Permissible temperature
Ambient T_{amb}: -40 ... +85 °C [1)]
Medium T_M: -30 ... +85 °C

1) The permissible ambient temperature is depending on the selected instrument version

Switch contacts with micro switch
Fixed dead band
- 1 x or 2 x SPDT (single pole double throw)
- 1 x DPDT (double pole double throw)

Adjustable dead band:
- 1 x SPDT (single pole double throw)

The DPDT function is realised with 2 simultaneously triggering SPDT micro switches within 0.2 % of the setting range.
Information on the dead band can be found on page 4.

Contact version	Electrical rating (resistive load)	
Fixed dead band	**AC**	**DC**
Silver-plated contact	250 V, 15 A	24 V, 2 A 125 V, 0.5 A 220 V, 0.25 A
Silver-plated contact Filling with argon gas T amb: -30 ... +70 °C	250 V, 15 A	24 V, 2 A 220 V, 0.5 A
Gold-plated contact	125 V, 1 A	24 V, 0.5 A
Gold-plated contact Filling with argon gas Tamb: -30 ... +70 °C	125 V, 1 A	24 V, 0.5 A
Adjustable dead band	**AC**	**DC**
Silver-plated contact	250 V, 20 A	24 V, 2 A 220 V, 0.5 A

Switch point repeatability
≤ 1 % of setting range

Switch point setting
The switch point can be specified by the customer or factory set. Subsequent setting of the switch point on site is made using the adjustment screw, which is fastened to the switch and thus secured against loss.

Distance between switch points
For versions with 2 x SPDT the distance between the switch points must be > 5 % of the respective setting range.

Electrical connection
- ½ NPT female (standard)
- ¾ NPT, G ½, G ¾, M 20 x 1.5 female
- Cable gland non-armoured Ex d, nickel-plated brass
- Cable gland non-armoured Ex d, AISI 304
- Cable gland armoured Ex d, nickel-plated brass
- Cable gland armoured Ex d, AISI 304
- MIL connector, 7-pin, DTL 5015

Cable connection using internal terminal block, protective conductor connection using internal and external screw, max. grounding cable cross-section 4 mm²

Dielectric strength
Safety class I (IEC 61298-2: 2008)

Wetted parts

Setting range 0 … 16 mbar to 0 … 40 bar	
Diaphragm element	**Process connection**
Stainless steel 316 [2)]	Stainless steel 316L
Stainless steel 316 [2)] + PTFE [3)]	Stainless steel 316L
Stainless steel 316 [2)] + PTFE [3)]	Stainless steel 316L + PTFE (only for G1/2 A)
Monel [4)]	Monel
Monel [4)]	Stainless steel 316L

2) Diaphragm element material depending on setting range:
Stainless steel 304: -1 ... 5, 0 ... 6, -1 ... 9, 0 ... 10 bar
Inconel 718: -1 .. 15, 0 ... 16, 0 ... 25, 0... 40 bar

3) PTFE coating not available for setting ranges:
-16 ... 0, -25 ... 0, -40 ... 0, 0 ... 16, 0 ... 25, 0 ... 40 mbar, 0 ... 40 bar

4) Only for setting ranges ≤ 10 bar

Setting range 4 … 40 bar to 30 … 600 bar	
Piston with diaphragm [5)]	**Process connection**
Hastelloy C276	Stainless steel 316L
Piston [6)]	**Process connection**
Stainless steel 316	Stainless steel 316L

5) The measuring element is a piston with welded diaphragm, therefore particularly suited for gaseous media. Extended permissible medium temperature -40 ... +85 °C

6) The measuring element is a piston, therefore particularly suited for liquid media. Limited permissible medium temperature -10 ... +85 °C for sealing material NBR or 0 ... 85 °C for sealing material FPM

Sealing
PTFE, FPM, NBR, without sealing: welded diaphragm, depending on setting range and operating conditions

Process connection
Stainless steel, lower mount (LM)
- ¼ NPT female (standard)
- ½ NPT, G ½ A, G ¼ A male via adapter
- ½ NPT, G ¼ A female via adapter
- Flange connection

Mounting
Direct or wall mounting
- Mounting fixture from stainless steel (AISI 304)
- Option: Mounting bracket for 2" pipe mounting

For mounting positions see drawing on page 5.

Weight
approx. 1.0 ... 1.5 kg, depending on setting range

Safety-related maximum values

(only for Ex ia version)

Parameter	
Maximum voltage U_i	30 V
Current limitation I_i	100 mA
Power limitation P_i	0,75 W
Internal capacitance C_i	0 µF
Internal inductance L_i	0 mH

Options

- Cleaned for oxygen service
- Protection from stainless steel 316L or Hastelloy for setting ranges 2.5 bar up to 25 bar
- Sealing towards the pressure chamber PTFE/NBR
- Permissible ambient temperature to -60 °C, not available for argon gas filled contacts
- Offshore version with increased corrosion protection [1)]
- NACE version [1)]

Please specify:
Switch point, switching direction for each contact (e.g. switch point 1: 0.5 bar, falling, switch point 2: 3 bar, rising)
With two micro switches, the switch points can be set independently of each other.

After unscrewing the case cover, **switch point adjustment** can be made using the adjustment screw.
The switch point is selectable within the entire setting range.

For optimal performance we suggest to set the switch point between 25 % and 75 % of the setting range.

Example:
Setting range: 0 ... 1 bar with one switch contact
Repeat accuracy: 1 % of 1 bar = 10 mbar
Dead band = 15 mbar (see table setting ranges)
If the pressure is rising, the switch point should be set between 35 mbar and 1 bar.
If the pressure is falling, the switch point should be set between 0 and 965 mbar.

CE conformity

Low voltage directive
2006/95/EC, EN 60730-1

Pressure equipment directive
Pressure equipment directive 97/23/EC (PED, annex 1, category IV, safety accessories, module B + D

ATEX directive [1)] (Option)
94/9/EC, annex III, IV

Approvals (Option)

- **IECEx** [1)], IEC 60079-0, -11, -26
  Ex ia I Ma (mining)
  Ex ia IIC T6/T4 Ga (gas)
  Ex ia IIIC T85/T135 Da IP 66 (dust)
- **EAC-Ex** [1)], import certificate, customs union Russia/ Belarus/Kazakhstan
  Low voltage directive: TR CU004/2011
- Hazardous areas (Ex): TR CU 012/2011
- **KOSHA** [1)], ignition protection type “i” - intrinsic safety, South Korea
- **SIL 2 rating**, per IEC 61508

1) WIKA recommends argon gas-filled contact versions or contacts with adjustable dead band.

Certificates (Option)

- 2.2 test report per EN 10204
- 3.1 inspection certificate per EN 10204

Approvals and certificates, see website

Measuring element: Diaphragm

Span of setting range from 16 mbar to max. 100 mbar

Standard		Option 1		Option 2		Dead band		
Setting range (=working range)	Test pressure	Working range	Test pressure	Working range	Test pressure	1 contact, fixed	2 contacts, fixed	1 contact, adjustable
in mbar		in bar	in bar	in bar	in bar	in mbar	in mbar	in mbar
0 ... 16	**250**	0 ... 8	10	-1 ... 8 [1)]	10	≤ 2.0	≤ 2.8	-
0 … 25	**250**	0 ... 8	10	-1 ... 8 [1)]	10	≤ 2.0	≤ 3	8…18
0 … 40	**300**	0 … 8	10	-1 ... 8 [1)]	10	≤ 2.6	≤ 3.4	8 … 20
0 ... 60	**300**	0 … 8	10	-1 ... 8 [1)]	10	≤ 3.0	≤ 4.2	12 … 25
0 ... 100	**600**	0 … 8	10	-1 ... 8 [1)]	10	≤ 3.6	≤ 5	17 … 40
-16 ... 0	**-21**	-1 … 0 [1)]	0.25	-	-	≤ 2.0	≤ 2.8	-
-25 ... 0	**-35**	-1 … 0 [1)]	0.25	-	-	≤ 2.0	≤ 3	8 … 18
-40 ... 0	**-55**	-1 … 0 [1)]	0.30	-	-	≤ 2.6	≤ 3.4	8 … 20
-60 ... 0	**-90**	-1 … 0 [1)]	0.30	-	-	≤ 3.0	≤ 4.2	12 … 25
-100 ... 0	**-150**	-1 … 0 [1)]	0.40	-	-	≤ 3.6	≤ 5	17 … 40
-12.5 ... +12.5	**-25 / 250**	-	-	-	-	≤ 2.0	≤ 3	8 … 18
-30 ... +30	**-60 / 250**	-	-	-	-	≤ 3.0	≤ 4.2	12 … 25
-50 ... +50	**-100 / 250**	-	-	-	-	≤ 3.6	≤ 5	17 … 40

Span of setting range from 0.2 bar to max. 40 bar

Standard		Option 1		Option 2		Dead band		
Setting range (=working range)	Test pressure	Working range	Test pressure	Working range	Test pressure	1 contact, fixed	2 contacts, fixed	1 contact, adjustable
in bar		in bar	in bar	in bar	in bar	in mbar	in mbar	in mbar
0 ... 0.2	**0.4**	0…32	40	-1 … 32 [1)]	40	≤ 10	≤ 13	30…70
0 ... 0.4	**1**	0…32	40	-1 … 32 [1)]	40	≤ 15	≤ 20	40 ... 95
-0.2 ... 0	**-0.3**	-1…0 [1)]	-1	-1 ... 8	10	≤ 10	≤ 13	30 … 70
-0.4 ... 0	**-0.6**	-1…0 [1)]	-1	-1 ... 8	10	≤ 15	≤ 20	40 … 95
-0.1 ... + 0.1	**-0.2 / 1**	-	-	-	-	≤ 10	≤ 13	30 … 70
-0.5 ... 0.5	**-1 / 4**	-	-	-	-	≤ 15	≤ 50	75 ... 170
-1 ... 0	**-1**	-1 … 8	10	-	-	≤ 15	≤ 50	75 … 170
-1 ... 1.5	**2**	-1 … 8	10	-	-	≤ 48	≤ 67	200 … 500
-1 ... 5	**12**	-1 … 32	40	-1 … 80	100 [2)]	≤ 100	≤ 160	400 … 1,000
-1 ... 9	**20**	-1 … 32	40	-1 … 80	100 [2)]	≤ 100	≤ 180	600 … 1,400
-1 ... 15	**25**	-1 … 32	40	-1 … 80	100 [2)]	≤ 150	≤ 250	1,000 … 2,400
0 ... 1	**4**	0 … 32	40	-1 … 32	40	≤ 15	≤ 50	75 … 170
0 ... 1.2	**4**	0 … 32	40	-1 … 32	40	≤ 15	≤ 50	75 … 170
0 ... 2.5	**5**	0 … 32	40	-1 … 80	100 [2)]	≤ 48	≤ 67	200 … 500
0 ... 6	**12**	-1 … 32	40	-1 … 80	100 [2)]	≤ 100	≤ 160	400 … 1,000
0 ... 10	**20**	-1 … 32	40	-1 … 80	100 [2)]	≤ 100	≤ 180	600 … 1,400
0 ... 16	**25**	-1 … 32	40	-1 … 80	100 [2)]	≤ 150	≤ 250	1,000 … 2,400
0 ... 25	**40**	-1 … 32	40	-1 … 80	100 [2)]	≤ 300	≤ 450	1,700 … 4,000
0 ... 40	**50**	-	-	-	-	≤ 400	≤ 800	2,200 … 5,800

1) Option Diphragm with PTFE not available
2) Test pressure of 100 bar not available for wetted parts PTFE and Monel

Measuring element: Piston with diaphragm or piston

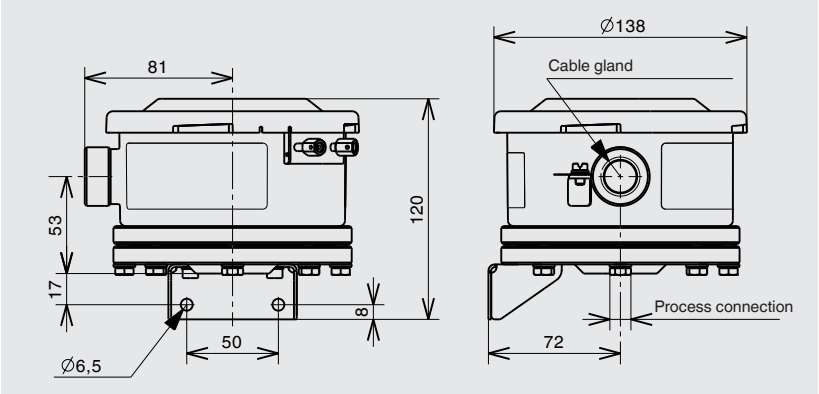
Setting range to 600 bar

Standard		Dead band		
Setting range (=working range)	Test pressure	1 contact, fixed	2 contacts, fixed	1 contact, adjustable [3)]
in bar		in bar	in bar	in bar
4 ... 40	**100**	≤ 3	≤ 4	5 … 11 to 8 … 15
10 ... 100	**200**	≤ 4	≤ 6	10 … 22 to 15 … 28
10 ... 250	**400**	≤ 10	≤ 13	15 … 38 to 27 … 55
20 ... 400	**600**	≤ 10	≤ 25	35 … 80 to 43 … 90
30 ... 600	**700**	≤ 20	≤ 25	45 ... 105 to 83 ... 155

3) The adjustable dead band is depending on the switch point setting. The indicated ranges are valid for start and end of the setting range. Other setting ranges are proportional.

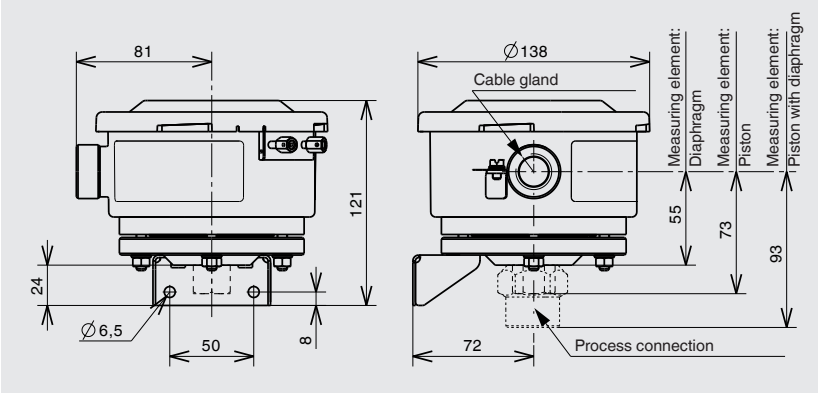
Dimensions

Span of setting range from 16 mbar to max. 100 mbar

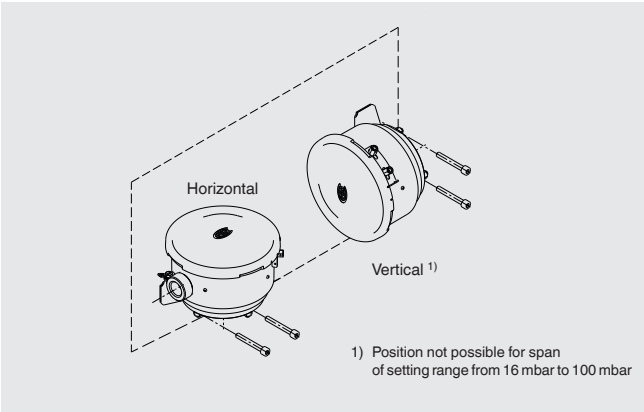


Dimensions

Setting range from 0.2 bar to max. 600 bar



Mounting positions



Ordering information

Model / Unit / Setting range of switch point / Number of switches / Contact type / Wetted parts / Options

WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG
Alexander-Wiegand-Straße 30
63911 Klingenberg/Germany
Tel. +49 9372 132-0
Fax +49 9372 132-406
info@wika.de
www.wika.de

Termostato electrónico con indicación Modelo TSD-30

Hoja técnica WIKA TE 67.03

IO-Link

Aplicaciones

- Máquina herramienta
- Grupos hidráulicos
- Sistemas de refrigeración y lubricación
- Fabricantes de máquinaria

Características

- Display robusto de fácil lectura
- Manejo fácil y rápido
- Adaptación fácil a las condiciones más variadas

Termostato electrónico con indicación Modelo TSD-30

Descripción

Galardonado por su diseño y funcionalidad
Gracias a su diseño y a las excelentes funciones de la gama de presostatos WIKA, el presostato modelo TSD-30 ha obtenido el premio “iF product design”.

El indicador LED es de grandes dimensiones, tiene una altura de cifras de 9 mm y está levemente inclinado para permitir la lectura de la temperatura desde largas distancias. La utilización de una pantalla de 14 segmentos garantiza una buena presentación y legibilidad de las letras.

El menú de 3 teclas permite un manejo fácil y autoexplicativo sin necesidades adicionales. La estructura del menú responde a los estándares actuales de la Asociación Alemana de Fabricantes de Maquinaria y Plantas Industriales VDMA. El objetivo de la hoja normativa VDMA para sensores de fluido (24574-2, parte 2 termostatos) es de facilitar la utilización de termostatos normalizando la estructura del menú y el indicador.
Las teclas de control tienen el máximo tamaño y están colocadas ergonómicamente para poder efectuar los ajustes de forma rápida y simple. El teclado táctil facilita el control sin accesorios.

Instalación personalizada
El termostato modelo TSD-30 puede adaptarse a cualquier situación de montaje. Dado que la pantalla y la caja pueden girarse más de 300°, el indicador puede orientarse independientemente de la conexión eléctrica. Por eso, es posible orientar el indicador hacia el operador y posicionar la conexión M12 x 1 según la orientación de cable deseado.

IO-Link
Mediante la señal de salida opcional según el estándar de comunicación IO-Link, el TSD-30 permite una integración rápida en sistemas de automatización modernos. IO-Link proporciona una instalación y configuración aún más rápidas, así como una mayor funcionalidad del TSD-30.

Hojas técnicas de productos similares:
Presostato electrónico con indicación; modelo PSD-4; véase hoja técnica PE 81.86
Interruptor electrónico de nivel de llenado con indicación; modelo LSD-30; véase hoja técnica LM 40.01
Interruptor electrónico de caudal con indicación; modelo FSD-30; véase hoja técnica FL 80.01

Rangos de medición

Versión para seleccionar		
Temperatura	**°C**	**°F**
Estándar	-20 ... +80	-4 ... +176
Opción 1 [1) 2)]	-20 ... +120	-4 ... +248
Opción 2 [1) 2)]	0 … +150	+32 … +302

1) Solo para conexiones al proceso con racor de deslizante
2) Observar las indicaciones de montaje en “Condiciones de uso”

Indicador

LCD de 14 segmentos, rojo, de 4 dígitos, altura de las cifras: 9 mm (0,35 pulg)
La visualización puede girarse electrónicamente a 180°
Actualización: 200 ms

Señal de salida

Versiones disponibles			
	Salida de conexión		**Señal analógica**
	SP1	SP2	
Opción 1	PNP	-	4 ... 20 mA (3 hilos)
Opción 2	PNP	-	DC 0 … 10 V (3 hilos)
Opción 3	PNP	PNP	-
Opción 4	PNP	PNP	4 ... 20 mA (3 hilos)
Opción 5	PNP	PNP	DC 0 … 10 V (3 hilos)

Opcionalmente también disponible con contactos NPN en lugar de PNP.

IO-Link, revisión 1.1 (opcional)
IO-Link está disponible para todas las señales de salida
En la opción IO-Link, la salida de conexión SP1 es siempre PNP

Puntos de conexión
Los puntos de conmutación 1 y 2 pueden ajustarse individualmente.

Funciones de conmutación
Contacto normalmente abierto - cerrado, ventana, histéresis (ajustable libremente)

Tensión de conmutación
Alimentación - 1 V

Corriente de conmutación
- sin IO-Link: máx. 250 mA
- con IO-Link: SP1 máx. 100 mA
  SP2 máx. 250 mA

Precisión de ajuste
≤ 0,5 % del span

Ajuste de temperatura (offset)
±3 % del span

Escalado
Punto cero: 0 ... 25 % del span
Fondo de escala: 75 ... 100 % del span

Carga
Señal analógica de 4 ... 20 mA: ≤ 0,5 kΩ
Señal analógica DC 0 ... 10 V: > 10 kΩ

Duración
100 millones de conmutaciones

Alimentación de corriente

Alimentación auxiliar U_+
DC 15 ... 35 V

Consumo de electricidad
Salidas de conexión con
- Señal analógica de 4 ... 20 mA: 70 mA
- Señal analógica DC 0 ... 10 V: 45 mA
- sin señal analógica: 45 mA

La opción IO-Link condiciona un consumo de energía diferente

Alimentación de corriente eléctrica total
- sin IO-Link: máx. 600 mA inclusive corriente de conmutación
- con IO-Link: máx. 450 mA inclusive corriente de conmutación

Datos de exactitud

Señal analógica
≤ ±0,5 % del span + error del sensor de temperatura

Salida de conexión
≤ ±0,8 % del span + error del sensor de temperatura

Indicador
≤ ±(0,8 % del span + error del sensor de temperatura) ±1 dígito

Sensor de temperatura
Para °C: ±(0,15 K + 0,002 | t |) seg. EN 60751 Para °F:
± [1,8*(0,15 + 0,002 (t - 32) / 1,8)]

| t | es el valor numérico de la temperatura sin considerar el signo.

La exactitud efectiva se determina sobre todo por las condiciones de montaje (profundidad de inmersión, longitud del sensor, condiciones de uso). Esto es especialmente notable en casos con grandes gradientes térmicos entre ambiente y medio.

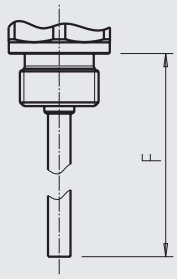
Sensor

Elemento sensible
Pt1000, 2 hilos, DIN EN 60751 / F 0,15

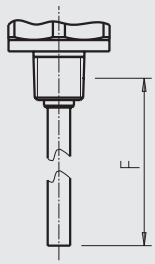
Longitud del sensor (F)

Rosca

Rosca cilíndrica



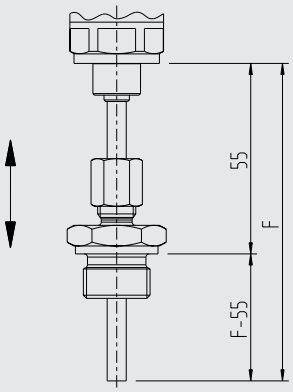
Rosca cónica



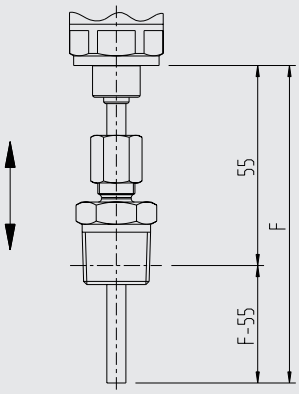
F						
mm	25	50	100	150	250	350
en	0,98	1,97	3,94	5,91	9,84	13,8

Racor deslizante

Rosca cilíndrica



Rosca cónica



F				
mm	100	150	250	350
en	3,94	5,91	9,84	13,8

Tiempo de reacción
T05 < 5 s (según DIN EN 60751)
T09 < 10 s (según DIN EN 60751)

Presión de trabajo estática
150 bar [2.175 psi]

Cuando se utiliza un racor de deslizante:
50 bar como máximo (725 psi)

Condiciones de utilización

Rangos de temperatura admisibles

Medio:	véase rangos de medición
Ambiente:	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F] [1]
Almacenamiento:	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]

1) Para temperaturas del medio superiores a 80 °C[176 °F], la temperatura ambiente admisible está limitada a -20 .... +40 °C[-4 .... +104 °F]. En tal caso, la conexión al proceso debe efectuarse con racor deslizante.

En aplicaciones con temperaturas del medio o ambiente elevadas se debe asegurar que la temperatura de la caja del instrumento no supere los 80 °C (176 °F) en servicio continuo (la temperatura se mide en el hexágono de la conexión a proceso).

Humedad del aire
45 ... 75 % h.r.

Resistencia a la vibración
Longitud del sensor F ≤ 150 mm [5,91 pulg]:
6 g (IEC 60068-2-6, con resonancia)

Longitud del sensor F ≥ 250 mm [9,84 pulg]:
2 g (IEC 60068-2-6, con resonancia)

Resistencia a choques
50 g (IEC 60068-2-27, mecánica)

Tipo de protección
IP 65 y IP 67 (según IEC 60529)

El tipo de protección indicado sólo es válido con los conectores eléctricos conectados según el modo de protección correspondiente.

Posición de montaje
cualquiera

Condiciones de referencia

Temperatura:	15 ... 25 °C [59 ... 77 °F]
Presión atmosférica:	950 ... 1.050 mbar [13,78 ... 15,23 psi]
Humedad del aire:	45 ... 75 % h.r.
Posición nominal:	Conexión a proceso inferior
Alimentación auxiliar:	DC 24 V
Carga:	véase “Señal de salida”

Materiales

Piezas en contacto con el medio

Sensor:	Acero inoxidable 1.4571

Piezas sin contacto con el medio

Caja:	Acero inoxidable
Teclado:	TPE-E
Cristal de la pantalla:	PC
Cabezal indicador:	Combinación de PC + ABS

Conexiones a proceso

Versiones disponibles	
Norma	**Rosca**
DIN 3852-E (rosca cilíndrica)	G ¼ A
	G ½ A
DIN 3852-A (rosca cilíndrica)	G ¼ A con racor deslizante
	G ½ A con racor deslizante
ANSI / ASME B1.20.1 (rosca cónica)	¼ NPT
	¼ NPT con racor deslizante
	½ NPT
	½ NPT con racor deslizante

Otras conexiones a consultar.
Para más detalles acerca de las dimensiones de las sondas, véase “Dimensiones en mm”.

Juntas

Versiones disponibles		
Conexión según	**Material de sellado**	
DIN 3852-E (rosca cilíndrica)	Estándar	NBR
	Opción	FPM/FKM
DIN 3852-A (rosca cilíndrica)	**Estándar**	**Cobre**

Conexiones eléctricas

Conexiones

- Conector circular, M12 x 1 (4-pin)
- Conector circular, M12 x 1 (5-pin) 1)

1) Solamente en versión con dos contactos y señal analógica adicional

Protección eléctrica

Resistencia contra cortocircuitos:	S+ / SP1 / SP2 contra U-
Proteccion contra inversión de polaridad:	U_+ contra U-
Tensión de aislamiento:	DC 500 V
Protección contra sobretensiones:	DC 40 V

Esquemas de conexiones

Conector circular, M12 x 1 (4-pin)		
	U+	1
	U-	3
	S+	2
	SP1 / C	4
	SP2	2

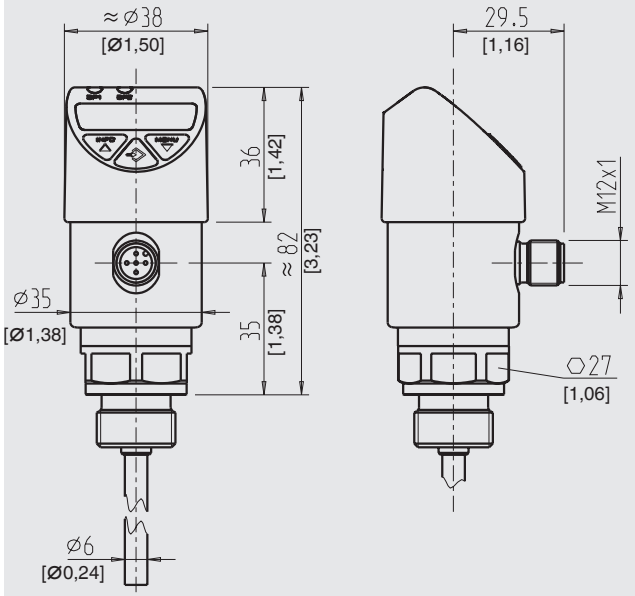
Conector circular, M12 x 1 (5-pin)		
	U+	1
	U-	3
	S+	5
	SP1 / C	4
	SP2	2

Leyenda:

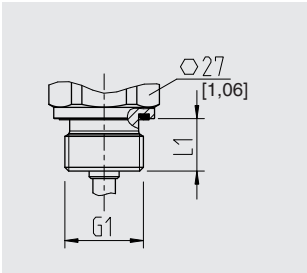
U_+	Positivo fuente de alimentación
U-	Negativo fuente de alimentación
SP1	Contacto 1
SP2	Contacto 2
C	Comunicación con IO-Link
S_+	Salida analógica

Dimensiones en mm (in)

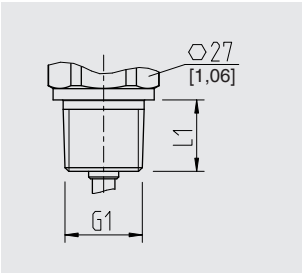
Termostato con conector circular M12 x 1 (de 4 y 5 polos)



Peso: aprox. 0,3 kg (10,58 oz)

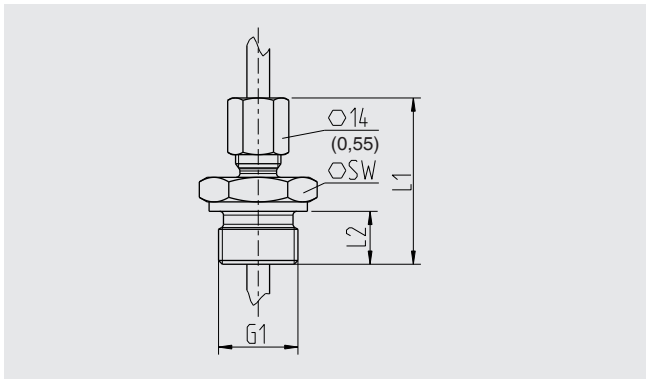


G1	L1
G ¼ A	12 [0,47]
G ½ A	14 [0,55]

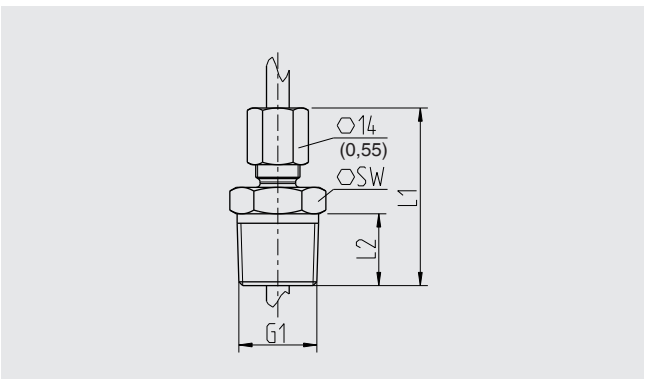


G1	L1
¼ NPT	13 [0,51]
½ NPT	19 [0,75]

Racor deslizante



G1	L1	L2	SW
G ¼ A	40 [1,57]	12 [0,47]	19 [0,75]
G ½ A	44 [1,73]	14 [0,55]	27 [1,06]



G1	L1	L2	SW
¼ NPT	41 [1,61]	15,1[0,59]	17 [0,67]
½ NPT	41 [1,61]	19,7 [0,78]	22 [0,87]

Para longitudes de sensor, véase página 3.

Logo	Descripción	País
CE	**Declaración de conformidad UE** ■ Directiva CEM, EN 61326 Emisión (grupo 1, clase B) y resistencia a interferencias (ámbito industrial) ■ Directiva RoHS	Unión Europea
UL	**UL** Seguridad (p. ej. seguridad eléctrica, sobrepresión, etc.)	Estados Unidos
EAC	**EAC** Directiva CEM	Comunidad Económica Euroasiática
	GOST Metrología, técnica de medición	Rusia
	KazInMetr Metrología, técnica de medición	Kazajstán
-	**MTSCHS** Autorización para la puesta en servicio	Kazajstán
	UkrSEPRO Metrología, técnica de medición	Ucrania
-	**CRN** Seguridad (p. ej. seguridad eléctrica, sobrepresión, etc.)	Canadá

Accesorios y piezas de recambio

Racor deslizante

	Descripción	Código de artículo
	G ¼ A según DIN 3852-A, acero inoxidable	11160136
	G ½ A según DIN 3852-A, acero inoxidable	3221555
	¼ NPT, acero inoxidable	3232905
	½ NPT, acero inoxidable	14043934

Cuando se utilizan los racores deslizantes, se aplica una presión estática de trabajo limitada a un máximo de 50 bar (máx. 725 psi).

Juntas

	Descripción	Código de artículo
	Junta de estanqueidad de NBR G ¼ A DIN 3852-E	1537857
	Junta de estanqueidad de FPM/FKM G ¼ A DIN 3852-E	1576534
	Junta de estanqueidad de NBR G ½ A DIN 3852-E	1039067
	Junta de estanqueidad de FPM/FKM G ½ A DIN 3852-E	1039075

Conector con cable moldeado				
	Descripción	**Rango de temperatura**	**Diámetro de cable**	**Código de artículo**
	Versión recta, extremo abierto, de 4 pin, cable PUR de 2 m [6,6 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	4,5 mm [0,18 pulgadas]	14086880
	Versión recta, extremo abierto, de 4 pin, cable PUR de 5 m [16,4 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	4,5 mm [0,18 pulgadas]	14086883
	Versión recta, extremo abierto, de 4 pin, cable PUR de 10 m [32,8 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	4,5 mm [0,18 pulgadas]	14086884
	Versión recta, extremo abierto, de 5 pin, cable PUR de 2 m [6,6 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	5,5 mm [0,22 pulgadas]	14086886
	Versión recta, extremo abierto, de 5 pin, cable PUR de 5 m [16,4 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	5,5 mm [0,22 pulgadas]	14086887
	Versión recta, extremo abierto, de 5 pin, cable PUR de 10 m [32,8 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	5,5 mm [0,22 pulgadas]	14086888
	Versión acodada, extremo abierto, de 4 pin, cable PUR de 2 m [6,6 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	4,5 mm [0,18 pulgadas]	14086889
	Versión acodada, extremo abierto, de 4 pin, cable PUR de 5 m [16,4 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	4,5 mm [0,18 pulgadas]	14086891
	Versión acodada, extremo abierto, de 4 pin, cable PUR de 10 m [32,8 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	4,5 mm [0,18 pulgadas]	14086892
	Versión acodada, extremo abierto, de 5 pin, cable PUR de 2 m [6,6 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	5,5 mm [0,22 pulgadas]	14086893
	Versión acodada, extremo abierto, de 5 pin, cable PUR de 5 m [16,4 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	5,5 mm [0,22 pulgadas]	14086894
	Versión acodada, extremo abierto, de 5 pin, cable PUR de 10 m [32,8 ft], catalogado UL; IP67	-20 ... +80 °C [-4 ... +176 °F]	5,5 mm [0,22 pulgadas]	14086896

Indicaciones relativas al pedido

Modelo / Rango de medición / Señal de salida / Longitud del sensor / Conexión al proceso / Junta / Accesorios y piezas de recambio

05/2019 ES based on 01/2019 DE

Instrumentos WIKA S.A.U.
C/Josep Carner, 11-17
08205 Sabadell Barcelona
Tel. +34 933 9386-30
Fax: +34 933 9386-66
info@wika.es
www.wika.es

Manómetro de muelle tubular, acero inoxidable
Para la industria de procesos, ejecución de seguridad, DN 63, 100 y 160
Modelos 232.30, 233.30

Hoja técnica WIKA PM 02.04

otras homologaciones
véase página 3

Aplicaciones

- Seguridad elevada para protección de personas
- Con relleno de la caja para resistir elevadas cargas dinámicas y vibraciones (modelo 233.30)
- Para medios gaseosos, líquidos, agresivos de baja viscosidad y no cristalizantes, también en entornos agresivos
- Industria petrolera y de gas, química y petroquímica, ingeniería energética y técnica de agua y aguas residuales

Características

- Versión de seguridad con pared divisora antirotura según los requisitos y condiciones de verificación de EN 837-1
- Muy elevada resistencia a cargas dinámicas y choques mecánicos
- Construcción completamente en acero inoxidable
- Rangos de indicación de 0 … 0,6 a 0 … 1.600 bar

Manómetro con muelle tubular, modelo 232.30

Descripción

Este manómetro con muelle tubular de alta calidad es óptimo para aplicaciones con elevados requisitos de seguridad en la industria de procesos.

El uso de materiales de acero inoxidable de alta calidad y un diseño robusto son óptimos para las condiciones adversas en las industrias químicas y de ingeniería de procesos. Por lo tanto, el instrumento es adecuado tanto para medios líquidos como gaseosos, incluso en ambientes agresivos.

Los rangos de indicación de 0 ... 0,6 bar hasta 0 ... 1.600 bar garantizan una elevada versatilidad para numerosas aplicaciones.

WIKA fabrica y certifica el manómetro según las exigencias de la norma europea EN 837-1 en la versión de seguridad “S3”. La versión de seguridad dispone de una mirilla inastillable, una pared divisora a prueba de rotura entre el sistema de medición y la esfera así como de una pared trasera deflectora. En caso de avería, el operador queda protegido en la parte delantera, ya que el fluido o los componentes se expulsan por la parte posterior de la caja.

Para condiciones adversas (p. ej. vibración), se ofrecen opcionalmente versiones con llenado de líquido.

Hojas técnicas de productos similares:
Versión estándar; modelos 232.50 y 233.50; véase hoja técnica PM 02.02 Para aplicaciones con presiones máximas; modelos PG23HP-S y PG23HP-P; véanse hojas técnicas PM 02.28 y PM 02.29
Con conexiones a proceso compatibles con VCR; modelo 232.35; véase hoja técnica PM 02.11

Descripción

Versión
EN 837-1

Diámetro en mm
63, 100, 160

Clase de exactitud
DN 63: 1,6
DN 100, 160: 1,0

Rangos de indicación
DN 63: 0 ... 1 a 0 ... 1.000 bar
DN 100: 0 ... 0,6 a 0 ... 1.000 bar
DN 160: 0 ... 0,6 a 0 ... 1.600 bar
así como todas las gamas correspondientes para presión negativa y sobrepresión negativa y positiva

Carga de presión máxima

DN 63:	Carga estática:	3/4 x valor final de escala
	Carga dinámica:	2/3 x valor final de escala
	Carga puntual:	Valor final de escala
DN 100, 160:	Carga estática:	Valor final de escala
	Carga dinámica:	0,9 x valor final de escala
	Carga puntual:	1,3 x valor final de escala

Temperatura admisible

Ambiente:	-40 … +60 °C, instrumentos sin relleno
	-20 … +60 °C en instrumentos con relleno de glicerina [1)]
Medio:	+200 °C máx, instrumentos sin relleno
	+100 °C máx. en instrumentos con relleno [1)]

Influencia de temperatura
En caso de desviación de la temperatura de referencia en el sistema de medición (+20 °C): máx. ±0,4 %/10 K del valor final de escala correspondiente

Tipo de protección según IEC/EN 60529
IP65 (instrumentos con conexión dorsal: IP54)

Conexión a proceso
Acero inoxidable 316L (DN 63: 1.4571)
Conexión radial inferior o dorsal excéntrica inferior
DN 63: Rosca macho G ¼ B, llave 14
DN 100, 160: Rosca macho G ½ B, llave 22

Elemento sensible
Acero inoxidable 316L
Forma circular o helicoidal

Mecanismo
Acero inoxidable

Esfera
Aluminio, blanco, subdivisión negra
DN 63 con tope

Aguja
Aluminio, negro

Caja
Acero inoxidable, con pared divisora antirotura (Solidfront) y disco de seguridad, rangos de indicación ≤ 0 ... 16 bar (conexión inferior), con ventilación para la compensación de la presión interna, recerrable

Mirilla
Cristal de seguridad laminado (NG 63: policarbonato)

Anillo
Aro bayoneta, acero inoxidable

Líquido de relleno (modelo 233.30)
Glicerina
(Mezcla de agua y glicerina para rangos de indicación ≤ 0 ... 2,5 bar)

Opciones

- Conexiones a proceso alternativas
- Juntas (modelo 910.17, véase hoja técnica AC 09.08)
- Acoplamiento de separador véase programa resumido separadores
- Elemento sensible Monel (modelo 262.30)
- Borde frontal acero inoxidable o acero inoxidable pulido
- Soporte angular dorsal, acero inoxidable
- Temperaturas ambientes -40 °C: relleno de silicona
- Tipo de protección IP66, IP67
- Manómetro con muelle tubular con contactos eléctricos, véase modelo PGS23.1x0, hoja técnica PV 22.02 o véase modelo 232.30.063, hoja técnica PV 22.03
- Manómetro con muelle tubular con señal de salida eléctrica, véase modelo PGT23.1x0, hoja técnica PV12.04

1) Modelo 233.30

Homologaciones

Logo	Descripción	País
	Declaración de conformidad UE ■ Directiva de equipos a presión PS > 200 bar, módulo A, accesorio a presión ■ Directiva ATEX (opcional) Tipo de protección “c”, seguridad constructiva	Unión Europea
	EAC (opción) ■ Directiva de equipos a presión ■ Zonas potencialmente explosivas	Comunidad Económica Euroasiática
	GOST (opción) Metrología, técnica de medición	Rusia
	KazInMetr (opción) Metrología, técnica de medición	Kazajstán
-	**MTSCHS (opción)** Autorización para la puesta en servicio	Kazajstán
	BelGIM (opción) Metrología, técnica de medición	Bielorrusia
	UkrSEPRO (opción) Metrología, técnica de medición	Ucrania
	Uzstandard (opción) Metrología, técnica de medición	Uzbekistán
-	**CPA (opción)** Metrología, técnica de medición	China
	KCs - KOSHA (opción) Zonas potencialmente explosivas	Corea del Sur
	GL (opción) Buques, construcción naval (p. ej. costa afuera)	Internacional
-	**CRN** Seguridad (p. ej. seguridad eléctrica, sobrepresión, etc.)	Canadá

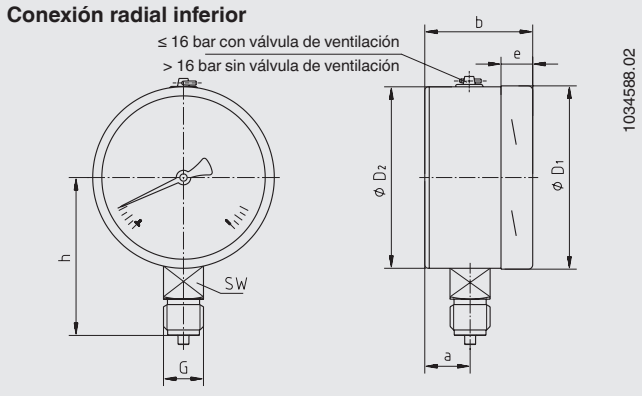
Certificados (opción)

- 2.2 Certificado de prueba según EN 10204
- 3.1 Certificado de inspección según EN 10204 Para homologaciones y certificaciones, véase el sitio web

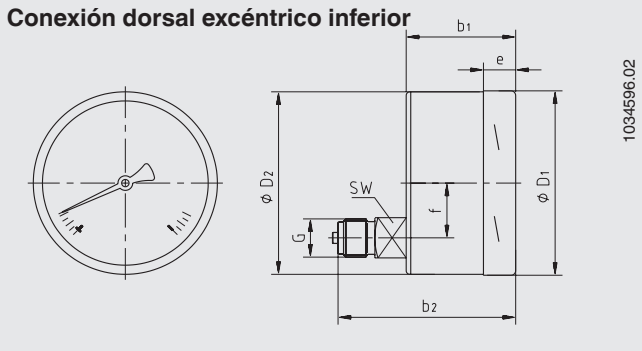
Dimensiones en mm

Versión estándar

Conexión radial inferior



Conexión dorsal excéntrico inferior



DN	Dimensiones en mm											Peso en kg	
	a	b	b_1	b_2	D_1	D_2	e	f	G	h ±1	SW	Modelo 232.30	Modelo 233.30
63	17,5	42	42	61	63	63	14,5	18,5	G ¼ B	54	14	0,20	0,26
100	25	59,5	59,5	93	101	100	17	30	G ½ B	87	22	0,65	1,08
160	27 3)	65 4)	-	-	161	159	17,5	-	G ½ B	118	22	1,30	2,34

Conexión a proceso según EN 837-1 / 7.3

3) Con rangos ≥ 100 bar: 41,5 mm
4) Con rangos ≥ 100 bar: 79 mm

Indicaciones relativas al pedido

Modelo / Diámetro nominal / Rango de indicación / Conexión a proceso / Posición de la conexión / Opciones

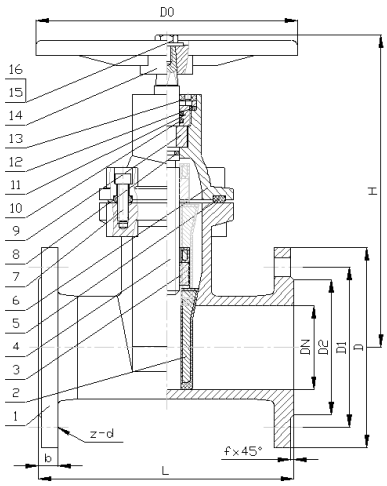
05/2019 based 08/2018

Instrumentos WIKA S.A.U.
C/Josep Carner, 11-17
08205 Sabadell Barcelona
Tel. +34 933 9386-30
Fax: +34 933 9386-66
info@wika.es
www.wika.es

Edificio Genebre. Av. de Joan Carles I, 46-48
08908 L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona (Spain)
genebre@genebre.es - www.genebre.es

ARTICULO : 2102 / D2102
Válvula de compuerta con cierre de EPDM
Gate valve with EPDM closing

Características	*Features*
1. Válvula de compuerta con cierre elástico. 2. Construcción en fundición nodular EN-GJS-500 (GGG-50). 3. Compuerta recubierta con EPDM. 4. Vástago no ascendente. 5. Cierre en sentido de las agujas del reloj. 6. Diseño según DIN 3352. 7. Longitud entre caras según DIN 3202 F4. 8. Extremos bridados según DIN 2501 PN 16. 9. Apta para conducción de agua. 10. Paso total, mínima pérdida de carga. 11. Estanqueidad en ambas direcciones. 12. Pares de maniobra reducidos. 13. Recubrimiento interior y exterior con pintura epoxy. 14. Temperatura Máxima de trabajo: 80ºC.	*1. Gate valve with elastic closing.* *2. Made by Ductile Iron EN-GJS-500 (GGG-50).* *3. Wedge coated EPDM.* *4. Non-rising stem.* *5. Clockwise for close valve.* *6. Design according to DIN 3352.* *7. Face to Face according DIN 3202 F4.* *8. Flanges end according DIN 2501 PN 16.* *9. Suitable medium: Water.* *10. Full Port, minimum head losses.* *11. Bidirectional installation.* *12. Reduced torque.* *13. Inside & Outside with Epoxy coating.* *14. Max. Working temp. 80ºC.*



Nº	Denominación / *Name*	Material	Acabado Superficial / *Surface Treatment*
1	Cuerpo / *Body*	Fundición Nodular / *Ductile Iron EN-GJS-500*	Pintura epoxi / *Epoxy coating*
2	Compuerta / *Wedge Body*	Fundición Nodular / *Ductile Iron EN-GJS-400 + EPDM*	------
3	Tuerca del Eje / *Stem Nut*	Latón / *Brass*	------
4	Eje / *Stem*	AISI 410	------
5	Junta Cuerpo / *Body Gasket*	EPDM	------

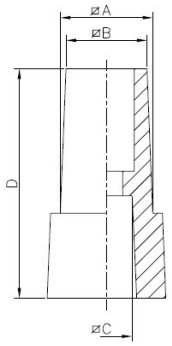
Edificio Genebre. Av. de Joan Carles I, 46-48
08908 L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona (Spain)
genebre@genebre.es - www.genebre.es

Nº	Denominación / *Name*	Material	Acabado Superficial / *Surface Treatment*
6	Tapa / *Bonnet*	Fundición Nodular / *Ductile Iron EN-GJS-500*	Pintura epoxi / *Epoxy coating*
7	Tornillo / *Screw*	Acero Carbono / *Carbon Steel*	------
8	Tórica / *O'ring*	EPDM	------
9	Separador / *Locating Ring*	Acero Inoxidable / *Stailess Steel*	------
10	Tórica / *O'ring*	EPDM	------
11	Tuerca prensaestopas / *Packing Nut*	Latón / *Brass*	------
12	Arandela / *Washer*	Nylon	------
13	Tapón anti-polvo / *Anti-Dust ring*	Plástico ABS / *ABS Plastic*	------
14	Volante / *Handwheel*	Acero Carbono / *Carbon Steel*	Pintura epoxi / *Epoxy coating*
15	Arandela / *Washer*	Acero Carbono / *Carbon Steel*	Cincado / *Zinc PLated*
16	Tornillo / *Screw*	Acero Carbono / *Carbon Steel*	Cincado / *Zinc PLated*

DIMENSIONES GENERALES / *GENERAL DIMENSIONS*

Ref	Medida / *Size*	PN	Dimensiones / *Dimensions (mm)*										Peso / *Weight (Kg)*
			DN	H	L	D	D0	D1	D2	b	f	z-d	
2102 09	2"	16	50	240	150	165	180	125	99	19	3	4-19	9,5
2102 10	2 ½"	16	65	270	170	185	200	145	118	19	3	4-19	13
2102 11	3"	16	80	300	180	200	200	160	132	19	3	8-19	15
2102 12	4"	16	100	330	190	220	220	180	156	19	3	8-19	19
2102 13	5"	16	125	375	200	250	250	210	184	19	3	8-19	26
2102 14	6"	16	150	425	210	285	250	240	211	19	3	8-23	35
2102 16	8"	16	200	515	230	340	280	295	266	20	3	12-23	57
2102 18	10"	16	250	600	250	405	320	355	319	22	3	12-28	76
2102 20	12"	16	300	685	270	460	350	410	370	24.5	4	12-28	120

ADAPTADOR OPCIONAL / *OPCIONAL ADAPTER (Ref. D2102)*



Ref.	Medida / *Size*	A	B	C	D
D2102 09	2" – 4"	31	29	12.5	45
D2102 13	5" – 6"	31	29	17.5	45
D2102 16	8"	31.5	29	17.5	76
D2102 18	10" – 12"	31.5	29	21.5	76

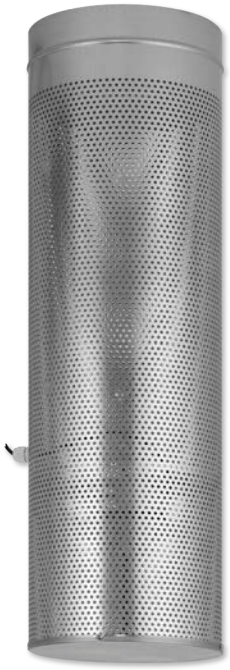
Edificio Genebre. Av. de Joan Carles I, 46-48
08908 L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona (Spain)
genebre@genebre.es - www.genebre.es

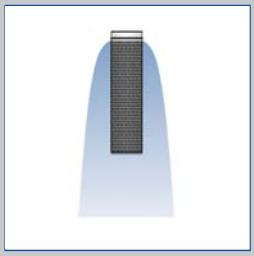
VALORES DE Kv / *Kv VALUES*

Kv = Es la cantidad de metros cúbicos por hora que pasará a través de la válvula generando una perdida de carga de 1 bar.
Kv = The rate of flow of water in cubic meter per hour that will generate a pressure drop of 1 bar across the valve

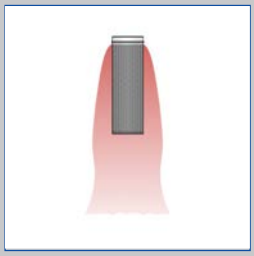
DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300
250	410	590	1050	1850	2620	4850	7600	11200

Difusores de aire por desplazamiento
Serie QSH





Modo refrigeración, descarga de aire en forma de campana



Modo calefacción, descarga vertical de aire

Instalación en pasillos

Para aplicaciones industriales con aire contaminado

Difusores de aire por desplazamiento para descarga de aire con forma de campana y con baja turbulencia, en modo refrigeración

- Tamaños nominales 250, 355, 450, 560 mm
- Rango de caudales de aire 205 – 1570 l/s o 738 – 5652 m^3/h
- Carcasa de chapa de acero galvanizado
- Para instalaciones de caudal de aire constante y variable
- Instalación independiente o en paredes o columnas
- Ventilación por desplazamiento con bajo índice de turbulencia
- Dirección de descarga ajustable de manera manual o con actuador
- Ajuste de la dirección de descarga de aire manual con cadena

Equipamiento opcional y accesorios

- Partes con superficies vistas con acabado pintado en cualquier color de la carta RAL CLASSIC
- Ajuste de la dirección de descarga de aire con actuadores eléctricos o térmicos
- Cable bowden para ajuste de la dirección de descarga de aire
- Instalación con soporte en pared

Serie		Página
QSH	Información general	QSH – 2
	Funcionamiento	QSH – 3
	Datos técnicos	QSH – 5
	Selección rápida	QSH – 6
	Texto para especificación	QSH – 7
	Código de pedido	QSH – 8
	Accesorios	QSH – 9
	Dimensiones y pesos	QSH – 10
	Detalles de instalación	QSH – 12
	Información general y definiciones	QSH – 15

Aplicación

Aplicación
- Difusores de aire por desplazamiento serie QSH especialmente indicados para aplicaciones industriales con aire contaminado
- Descarga de aire en forma de campana en modo ventilación, descarga de aire vertical en modo calefacción
- Desplazamiento con bajo índice de turbulencia del aire contaminado en la zona de ocupación
- Para instalaciones de caudal de aire constante y variable
- Para impulsión de aire a la sala con un diferencial de temperaturas desde –8 hasta +12 K
- Instalación recomendada entre alturas de 3.5 m y 10 m, tanto suspendida independiente como en paredes o columnas
- Preferiblemente para instalación fuera de zonas de ocupación, p.e. pasillos
- Compatibles con módulo de control TDC para gestión de diferencias de temperatura

Características especiales:
- Descarga de aire en forma de campana y con bajo índice de turbulencia, en modo refrigeración
- La dirección de descarga de aire es ajustable de manera manual o con actuador eléctrico o térmico

Tamaños nominales
- 250, 355, 450, 560 mm

Descripción

Partes y características
- Carcasa de chapa metálica perforada
- Disco para control de la dirección de descarga de aire
- Boca para conexión vertical a conducto

Accesorios para control
- Ajuste manual con cadena, aprox. 2.0 m
- B: Cable bowden para ajuste manual, aprox. 2.8 m
- E*: Actuador eléctrico
- T: Actuador térmico

Accesorios
- W00: Instalación con soporte en pared
- K00: Ajuste con cadena
- WK0: Instalación con soporte en pared y ajuste con cadena

Características constructivas
- Boca de conexión para redes de conductos circulares en cumpliminento con EN 1506 o EN 13180

Materiales y acabados
- Carcasa con placa inferior, travesaño y disco para control de aire de chapa de acero galvanizado
- Cadena de acero galvanizado
- Ruedas de la polea de plástico UL 94, con retardante a ignición V-0
- B: Manivela de acero galvanizado, cable bowden de acero galvanizado con recubrimiento de polietileno
- P0: Pintado al polvo en color blanco RAL 9010
- P1: Pintado al polvo en cualquier color de la carta RAL CLASSIC

Normativas y pautas
- La potencia sonora del ruido generado por el aire se mide en cumplimiento con EN ISO 5135.

Mantenimiento
- No requieren de mantenimiento, ya que la ejecución y los materiales no son susceptibles al desgaste
- Acceso para inspección y limpieza en cumplimiento con VDI 6022

Descripción de funcionamiento

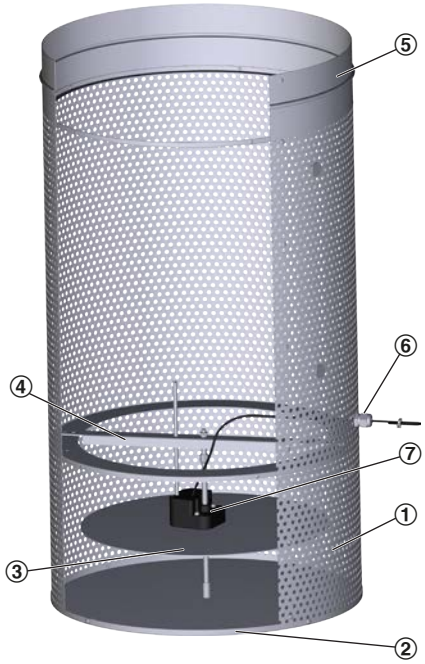
Difusores de aire por desplazamiento para una descarga de aire vertical a una reducida velocidad con bajo índice de turbulencia. Esto garantiza un aire de elevada calidad en la zona de ocupación. Difusores de aire por impulso serie QSH especialmente indicados para aplicaciones industriales con aire contaminado Su instalación se lleva a cabo fuera de la zona de ocupación, p.e. sobre pasillos Disco ajustable para control de la dirección de salida del aire en modo calefacción o refrigeración. Rango de diferencias de temperatura del aire que se impulsa a la sala desde –8 hasta +12 K.

Refrigeración
En modo refrigeración el aire impulsado es descargado fuera de la zona de ocupación, desde arriba y en forma de campana. Esto provoca una masa de aire primario sobre toda la superficie del suelo, similar a la de un flujo por desplazamiento. La convección de las personas y el resto de cargas de calor existentes en el ambiente, provocan que este chorro ascienda para crear un ambiente confortable en la zona ocupada.

Calefacción
En modo calefacción, la descarga de aire se produce de manera vertical.

El disco para control de la dirección de salida del aire se ajusta de manera manual o con un actuador térmico o eléctrico.
Las unidades para retorno de aire se deberán instalar de manera más elevada y siempre por encima de la zona de ocupación.

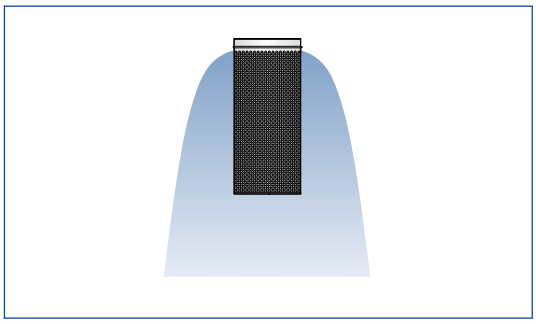
Vista esquemática de un difusor QSH con actuador eléctrico



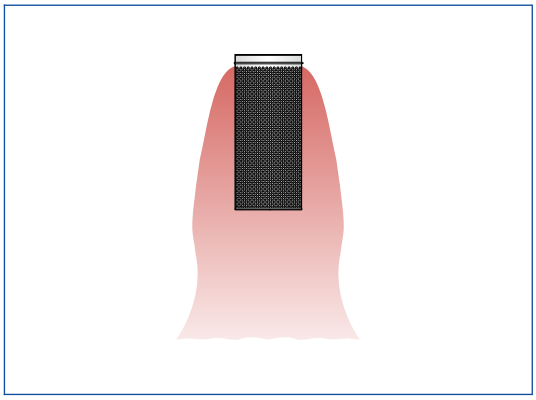
① Carcasa
③ Placa inferior
③ Disco para control de aire
④ Travesaño
⑤ Cuello de conexión

Equipamiento opcional
⑥ Pasacables
⑦ Actuador eléctrico

Descarga de aire en forma de campana



Descarga de aire vertical



Tamaños nominales	250, 355, 450, 560 mm
Caudal mínimo de aire	205 – 785 l/s o 738 – 2826 m^3/h
Caudal de aire máximo con L_{WA} ≅ 55 dB(A)	410 – 1570 l/s o 1476 – 5652 m^3/h
Diferencia de temperatura de impulsión	entre –8 y +12 K

Las tablas de selección rápida proporcionan un buen resumen de los caudales de aire y sus correspondientes niveles de potencia sonora y pérdida de carga.
El caudal de aire máximo influye en la potencia sonora de aprox., 55 dB (A).

QSH para impulsión de aire, descarga de aire horizontal, potencia sonora y pérdida total de carga

Tamaño	$\dot{V}$		Δp_t	L_{WA}
	l/s	m³/h	Pa	dB(A)
250	205	738	12	31
	270	972	20	41
	340	1224	32	48
	410	1476	47	55
355	335	1206	11	34
	435	1566	18	43
	535	1926	27	50
	635	2286	39	55
450	470	1692	9	27
	625	2250	16	39
	780	2808	25	48
	940	3384	36	55
560	785	2826	14	29
	1050	3780	25	40
	1310	4716	39	49
	1570	5662	56	55

QSH para impulsión de aire, descarga de aire vertical, potencia sonora y pérdida total de carga

Tamaño	$\dot{V}$		Δp_t	L_{WA}
	l/s	m³/h	Pa	dB(A)
250	205	738	12	36
	265	954	21	44
	335	1206	33	51
	385	1386	44	55
355	335	1206	11	38
	420	1512	17	45
	505	1818	25	51
	590	2124	34	55
450	470	1692	10	33
	595	2142	16	42
	725	2610	24	49
	855	3078	33	55
560	785	2826	15	36
	990	3564	24	45
	1180	4248	34	51
	1370	4932	46	55

Ejemplo de dimensionado

Datos iniciales
$\dot{V}$ = 500 l/s (1800 m³/h)
Difusor por desplazamiento para instalación en pasillos
Potencia sonora máxima de 50 dB(A)

Selección rápida
Serie QSH
Tamaños nominales: 355, 450
Seleccionado: QSH/355

Este texto para especificación describe las propiedades generales del producto. Con nuestro programa Easy Product Finder se pueden generar textos para otras ejecuciones de producto.

Difusores de aire por desplazamiento con carcasa cilíndrica especialmente indicados para aplicaciones industriales con aire contaminado Incluyen disco para control del aire impulsado para descarga de aire en forma de campana o vertical (90°). Instalación suspendida independiente, o para instalación en pared o columna, preferiblemente fuera de zonas de ocupación, p.e. en pasillos.
Unidad lista para instalar formada por una carcasa metálica perforada de forma cilíndrica, un disco para control de aire y una boca para entrada vertical de aire.
Boca de conexión para conducto en cumplimiento con EN 1506 o EN 13180.
La potencia sonora del ruido generado por el aire se mide en cumplimiento con EN ISO 5135.

Características especiales:

- Descarga de aire en forma de campana y con bajo índice de turbulencia, en modo refrigeración
- La dirección de descarga de aire es ajustable de manera manual o con actuador eléctrico o térmico

Materiales y acabados

- Carcasa con placa inferior, travesaño y disco para control de aire de chapa de acero galvanizado
- Cadena de acero galvanizado
- Ruedas de la polea de plástico UL 94, con retardante a ignición V-0
- B: Manivela de acero galvanizado, cable bowden de acero galvanizado con recubrimiento de polietileno
- P0: Pintado al polvo en color blanco RAL 9010
- P1: Pintado al polvo en cualquier color de la carta RAL CLASSIC

Datos técnicos

- Tamaños nominales: 250, 355, 450, 560 mm
- Caudal mínimo de aire: 205 – 785 l/s o 738 – 2826 m^3/h
- Caudal máximo de aire con $L_{WA} \cong 55$ dB(A): 410 – 1570 l/s or 1476 – 5652 m^3/h
- Diferencia de temperatura del aire impulsado: –8 hasta +12 K

Dimensiones

- $\dot{V}$ _____ _____ [m^3/h]
- Δp_t _____ _____ [Pa]

Ruido de aire generado

- L_{WA} _____ _____ [dB(A)]

QSH

QSH – E4 / 450 / W00 / P0 – RAL ...

1 2 3 4 5

1 Serie
QSH Difusor de aire por desplazamiento

2 Actuador
Sin código: con cadena para ajuste manual
B con cable bowden para ajuste manual
E4 230 V AC, 3-puntos
E5 24 V AC/DC, 3-puntos
E6 24 V AC/DC, proporcional 0 – 10 V DC
T Bulbo térmico

3 Tamaño [mm]
250
355
450
560

4 Fijación
Sin código: vacío
W00 Instalación con soporte en pared
K00 Con soporte para la cadena (sólo para variantes con cadena)
WK0 Instalación con soporte en pared y cadena (sólo para variantes con cadena)

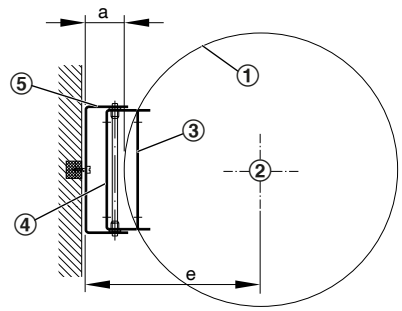
5 Acabado
Sin código: galvanizado
P0 Pintado al polvo, blanco RAL 9010
P1 Pintado al polvo, indicar color de la carta RAL CLASSIC

Grado de brillo
RAL 9010 50 %
RAL 9006 30 %
Resto de colores RAL 70 %

Ejemplo para pedido: QSH–E5/450/P1-RAL 9016

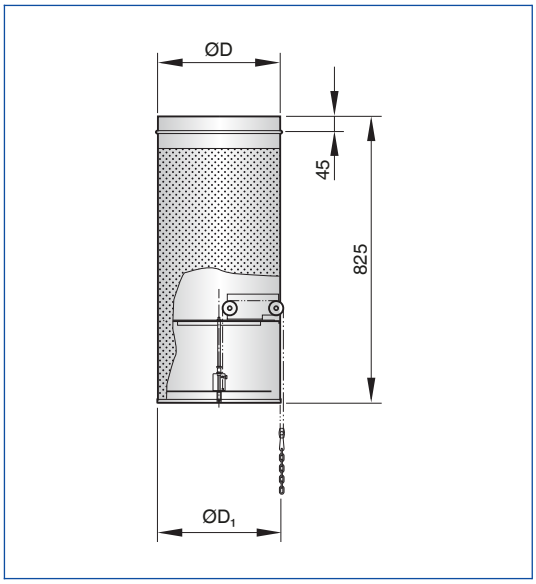
Actuador	24 V AC/DC, 3-puntos
Tamaño	450 mm
Fijación	Sin
Acabado	Blanco RAL 9016 con grado de brillo 70 %

Instalación con soporte en pared (como accesorio)



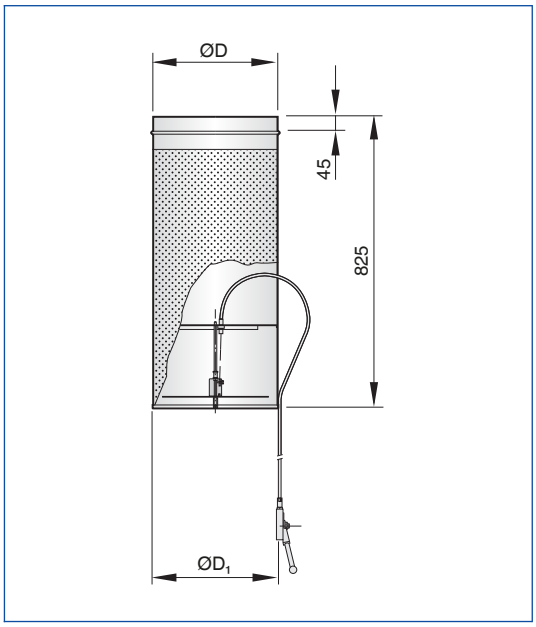
① Difusor
② Parte central del difusor
③ Instalación con soporte en pared, interior
④ Instalación con soporte en pared, exterior
⑤ Anclaje para pared

QSH



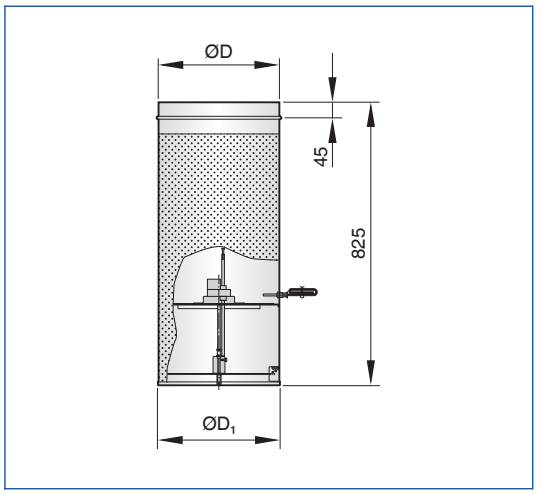
Cadena para ajuste manual

QSH-B



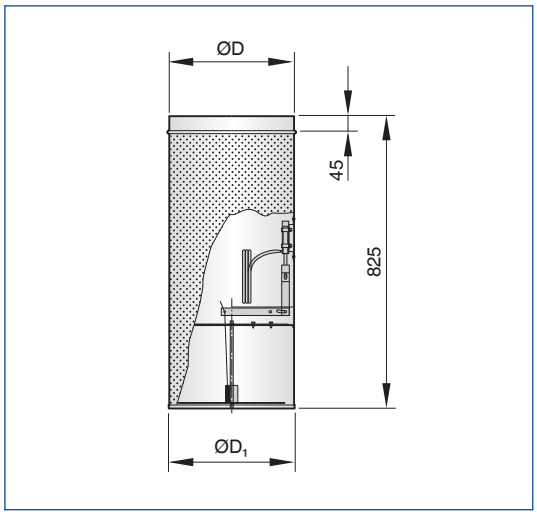
Cable bowden para ajuste manual

QSH-E*



Actuador eléctrico

QSH-T



Actuador térmico

QSH

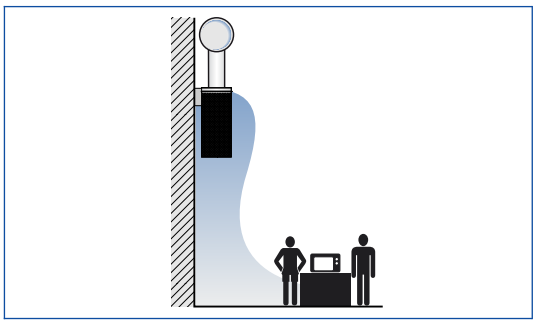
Tamaño	$ØD_1$	ØD	m
	mm	mm	kg
250	252	248	4,8
355	357	353	7,2
450	452	448	9,9
560	562	558	12,8

Instalación y puesta en servicio

- Preferiblemente para instalación en alturas entre 3.5 m y 10 m
- Instalación suspendida del techo
- Conexión vertical a conducto
- La boca debe atornillarse al conducto, así como el sistema completo debe ser asegurado en el momento de llevar a cabo su instalación suspendida
- Instalación en pared o columna con soporte para instalación en pared (opcional)
- Si se precisa, se podrá fijar la cadena y la manivela del cable bowden a la pared o columna

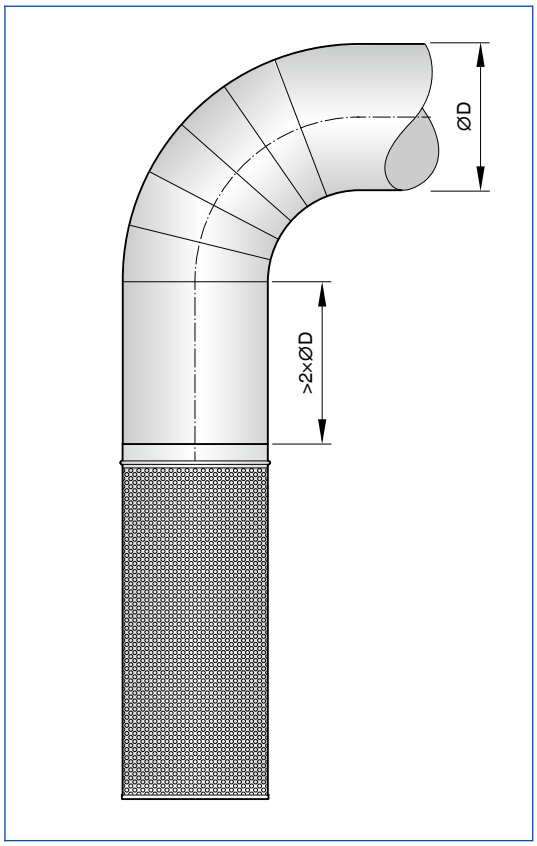
Los diagramas ilustran como llevar a cabo su instalación.

Instalación sobre zona despejada

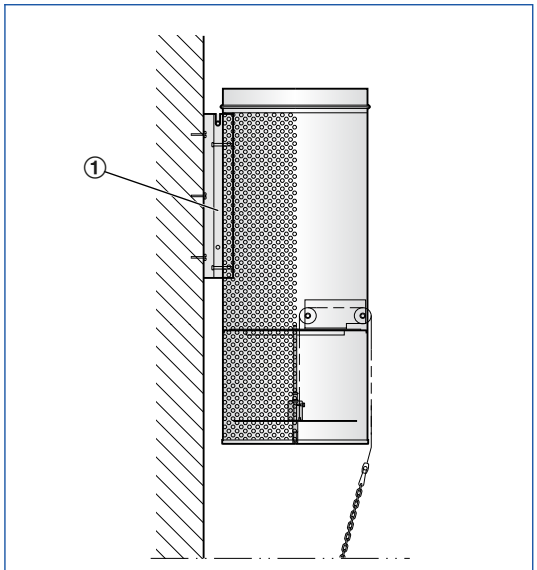


- Especialmente indicados para aplicaciones industriales con aire contaminado
- Preferiblemente para instalación fuera de zonas de ocupación, p.e. pasillos

Instalación suspendida

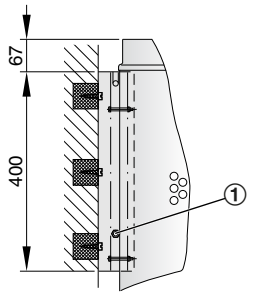


Instalación en pared



1 Instalación con soporte en pared

Información para llevar a cabo la instalación en pared



1 Los tornillos se deberán apretar una vez el difusor se haya planteado en el lugar de instalación

Principales dimensiones

B_1 [mm]
Anchura del perfil frontal

B_4 [mm]
Anchura de la boca rectangular

ØD [mm]
Diámetro exterior de la boca

$ØD_1$ [mm]
Diámetro de la carcasa

H_1 [mm]
Altura de la placa frontal del difusor

T_1 [mm]
Anchura de carcasa

T_4 [mm]
Anchura de la boca rectangular

m [kg]
Peso

Definiciones

L_{WA} [dB(A)]
Nivel de potencia sonora en dB(A) del ruido de aire generado

$\dot{V}$ [m^3/h] y [l/s]
Caudal de aire

v_0 [m/s]
Velocidad teórica del flujo de aire sobre la superficie del difusor a una distancia de 0 m desde la placa frontal del difusor

L_{nz} [m]
Zona próxima al difusor de aire por desplazamiento, en donde los criterios de confort tal vez no se cumplan
La zona es como mínimo 0.5 m, independiente de la velocidad del flujo
A una distancia L_{nz} en donde la velocidad del flujo es como máximo 0.2 m/s, medida a 0.1 m sobre el suelo

Δt_z [K]
Diferencia de temperatura entre el aire de la sala y el aire de impulsión, p.e. temperatura del aire impulsado menor a la temperatura existente a la sala

Δp_t [Pa]
Pérdida de carga total

A_{eff} [m^2]
Área de descarga efectiva de aire

Todas las potencias sonoras están basadas en 1 pW.

KOOLAIR

serie

20.1

Rejillas de impulsión

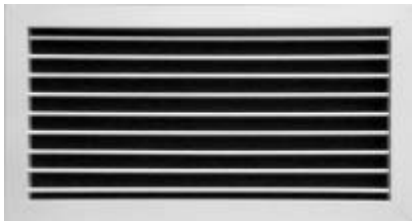
ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification
Sistema de Gestión

www.koolair.com

ÍNDICE

Rejillas de simple deflexión	2
Rejillas de doble deflexión	3
Tablas de selección	4
Generalidades	6
Accesorios y montaje	8
Rejillas para conducto circular	10
Tablas de selección	11
Generalidades	12
Datos de interés general	16

Rejillas de simple deflexión (impulsión)

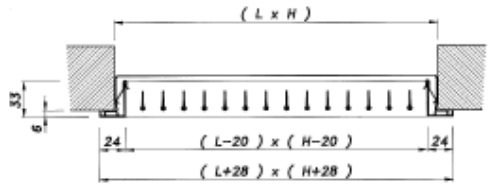


Descripción

Modelo 20-SH. Rejillas de aluminio, aletas orientables
Modelo 21-SH. Rejillas de chapa de acero, aletas orientables

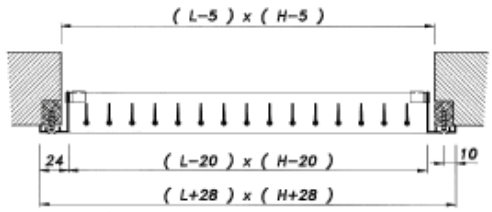
Acabados

Aluminio anodizado en su color.
Chapa de acero pintada en blanco RAL 9010.
Acabados especiales bajo demanda.



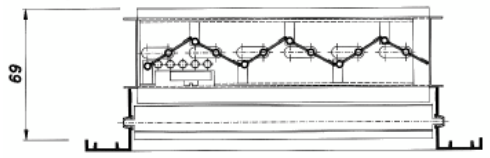
Dimensiones sobre marco de montaje

En el montaje de rejillas sobre marco metálico, la dimensión de hueco se corresponde con la dimensión nominal de las rejillas. Así, una rejilla de 500 x 300 mm, precisará un hueco de las mismas dimensiones.



Dimensiones sobre paramento para atornillar

En el montaje sobre paramento para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse 5 mm, tanto en largo como en alto, la dimensión nominal de la rejilla. Así para una rejilla de 500 x 300 mm, el hueco deberá ser de 495 x 295 mm.



Dimensiones de aleta

La longitud máxima de aleta es de 490 mm, en que caso de que la aleta supere dicha dimensión se irán añadiendo los refuerzos que sean necesarios, para que la aleta nunca supere la medida anteriormente mencionada.

21	Serie, rejilla de aluminio Serie, rejilla de chapa de acero
SV	Simple deflexión de aletas horizontales Simple deflexión de aletas verticales
O	Sin indicar nada, no va incorporada Compuerta de regulación modelo 29-O
MM Con MM Para MM	Sin indicar nada, la rejilla dispone de taladros para atornillar Marco metálico La rejilla se suministra con marco metálico La rejilla se suministra sin marco metálico pero prevista para el montaje en el mismo
L x H	Longitud en mm. (sentido horizontal) x altura en mm. (sentido vertical)

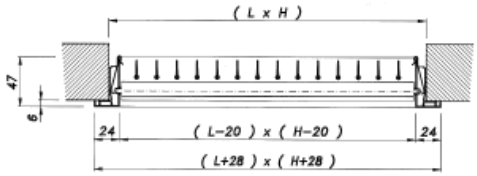
Simple deflexión con compuerta de regulación

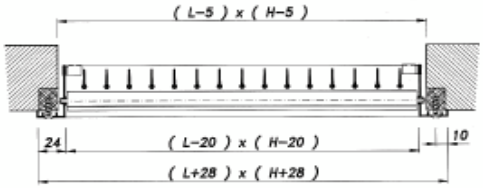
Accionamiento de la regulación por el frontal mediante un destornillador.

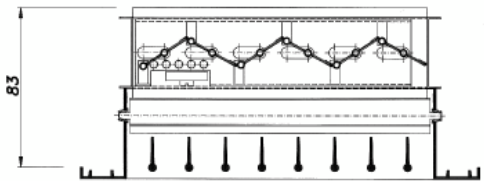
Identificación

En todas las descripciones de dimensión de rejillas, se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura. L x H es la dimensión de hueco libre. Cuando la rejilla no incorpora marco metálico y es preparada para atornillar, la dimensión del hueco será L-5 mm. x H-5 mm.

Rejillas de doble deflexión (impulsión)







21	Serie, rejilla de aluminio Serie, rejilla de chapa de acero
DV	Doble deflexión, la 1ª con aletas horizontales y la 2ª verticales Doble deflexión, la 1ª con aletas verticales y la 2ª horizontales
O	Sin indicar nada, no va incorporada Compuerta de regulación modelo 29-O
MM Con MM Para MM	Sin indicar nada, la rejilla dispone de taladros para atornillar Marco metálico La rejilla se suministra con marco metálico La rejilla se suministra sin marco metálico, pero prevista para el montaje en el mismo
L x H	Longitud en mm (sentido horizontal) x altura en mm (sentido vertical)

Descripción

Modelo 20-DH. Rejillas de aluminio, aletas orientables.
Modelo 21-DH. Rejillas de chapa de acero, aletas orientables.

Acabados

Aluminio anodizado en su color.
Chapa de acero pintada en blanco RAL 9010.
Acabados especiales bajo demanda.

Dimensiones sobre marco de montaje

En el montaje de rejillas sobre marco metálico, la dimensión de hueco se corresponde con la dimensión nominal de las rejillas. Así, una rejilla de 500 x 300 mm, precisará un hueco de las mismas dimensiones.

Dimensiones sobre paramento para atornillar

En el montaje sobre paramento para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse 5 mm, tanto en largo como en alto, la dimensión nominal de la rejilla. Así para una rejilla de 500 x 300 mm, el hueco deberá ser de 495 x 295 mm.

Doble deflexión con compuerta de regulación

Accionamiento de la regulación por el frontal mediante un destornillador.

Dimensiones de aleta

La longitud máxima de aleta es de 490 mm, en que caso de que la aleta supere dicha dimensión se irán añadiendo los refuerzos que sean necesarios, para que la aleta nunca supere la medida anteriormente mencionada.

Identificación

En todas las descripciones de dimensión de rejillas, se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura. L x H es la dimensión de hueco libre. Cuando la rejilla no incorpora marco metálico y es preparada para atornillar, la dimensión del hueco será L-5 mm. x H-5 mm.

Tabla de selección (DOBLE DEFLEXIÓN)

		Dim. (mm)	200x100		250x100		300x100 200x150		250x150		300x150		350x150 250x200		600x100 400x150 300x200		500x150 350x200		600x150 450x200 350x250 300x300		600x200 500x250 400x300		1000x150 750x200 600x250 500x300		1200x150 900x200 750x250 600x300		1100x200 900x250 750x300		1200x250 1000x300	
Q		A_k (m²)	0,0098		0,0125		0,0148		0,0183		0,0224		0,0262		0,0309		0,0381		0,0474		0,0660		0,0801		0,0970		0,1210		0,1670	
(m³/h)	(l/s)	α (°)	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30
100	27,8	V_k (m/s)	2,8	2,8	2,2	2,2	1,9	1,9	1,5	1,5	1,2	1,2	1,1	1,1	0,9	0,9	0,7	0,7	0,6	0,6										
		X (m)	2,2	1,8	1,9	1,6	1,8	1,4	1,6	1,3	1,5	1,2	1,3	1,1	1,2	1,0	1,1	0,9	1,0	0,8										
		p_t (Pa)	3,2	3,9	2,0	2,4	1,4	1,7	0,9	1,1	0,6	0,7	0,4	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2										
		NR (dB)	10	12	5	7																								
150	41,7	V_k (m/s)	4,3	4,3	3,3	3,3	2,8	2,8	2,3	2,3	1,9	1,9	1,6	1,6	1,3	1,3	1,1	1,1	0,9	0,9	0,6	0,6								
		X (m)	3,3	2,6	2,9	2,3	2,7	2,1	2,4	1,9	2,2	1,7	2,0	1,6	1,9	1,5	1,7	1,3	1,5	1,2	1,3	1,0								
		p_t (Pa)	7,2	8,7	4,4	5,3	3,2	3,8	2,1	2,5	1,4	1,7	1,0	1,2	0,7	0,9	0,5	0,6	0,3	0,4	0,2	0,2								
		NR (dB)	20	22	15	17	12	14	8	10	4	6																		
200	55,6	V_k (m/s)	5,7	5,7	4,4	4,4	3,8	3,8	3,0	3,0	2,5	2,5	2,1	2,1	1,8	1,8	1,5	1,5	1,2	1,2	0,8	0,8	0,7	0,7						
		X (m)	4,4	3,5	3,9	3,1	3,6	2,9	3,2	2,6	2,9	2,3	2,7	2,2	2,5	2,0	2,2	1,8	2,0	1,6	1,7	1,4	1,5	1,2						
		p_t (Pa)	12,9	15,4	7,9	9,5	5,6	6,8	3,7	4,4	2,5	3,0	1,8	2,2	1,3	1,6	0,9	1,0	0,5	0,7	0,3	0,3	0,2	0,2						
		NR (dB)	27	29	22	24	19	21	15	17	11	13	8	10	5	7														
250	69,4	V_k (m/s)	7,1	7,1	5,6	5,6	4,7	4,7	3,8	3,8	3,1	3,1	2,7	2,7	2,2	2,2	1,8	1,8	1,5	1,5	1,1	1,1	0,9	0,9						
		X (m)	5,5	4,4	4,9	3,9	4,5	3,6	4,0	3,2	3,6	2,9	3,4	2,7	3,1	2,5	2,8	2,2	2,5	2,0	2,1	1,7	1,9	1,5						
		p_t (Pa)	20,1	24,1	12,3	14,8	8,8	10,6	5,8	6,9	3,8	4,6	2,8	3,4	2,0	2,4	1,3	1,6	0,9	1,0	0,4	0,5	0,3	0,4						
		NR (dB)	33	35	28	30	24	26	20	22	16	18	13	15	10	12	6	8												
300	83,3	V_k (m/s)	8,5	8,5	6,7	6,7	5,6	5,6	4,6	4,6	3,7	3,7	3,2	3,2	2,7	2,7	2,2	2,2	1,8	1,8	1,3	1,3	1,0	1,0	0,9	0,9				
		X (m)	6,6	5,3	5,8	4,7	5,4	4,3	4,8	3,9	4,4	3,5	4,0	3,2	3,7	3,0	3,3	2,7	3,0	2,4	2,5	2,0	2,3	1,8	2,1	1,7				
		p_t (Pa)	28,9	34,7	17,8	21,3	12,7	15,2	8,3	10,0	5,5	6,6	4,0	4,9	2,9	3,5	1,9	2,3	1,2	1,5	0,6	0,8	0,4	0,5	0,3	0,4				
		NR (dB)	37	39	32	34	29	31	25	27	21	23	18	20	15	17	10	12	6	8										
350	97,2	V_k (m/s)	9,9	9,9	7,8	7,8	6,6	6,6	5,3	5,3	4,3	4,3	3,7	3,7	3,1	3,1	2,6	2,6	2,1	2,1	1,5	1,5	1,2	1,2	1,0	1,0				
		X (m)	7,7	6,2	6,8	5,5	6,3	5,0	5,6	4,5	5,1	4,1	4,7	3,8	4,3	3,5	3,9	3,1	3,5	2,8	3,0	2,4	2,7	2,2	2,4	2,0				
		p_t (Pa)	39,4	47,2	24,2	29,0	17,3	20,7	11,3	13,5	7,5	9,0	5,5	6,6	4,0	4,8	2,6	3,1	1,7	2,0	0,9	1,0	0,6	0,7	0,4	0,5				
		NR (dB)	41	43	36	38	33	35	29	31	25	27	21	23	18	20	14	16	10	12										
400	111,1	V_k (m/s)	11,3	11,3	8,9	8,9	7,5	7,5	6,1	6,1	5,0	5,0	4,2	4,2	3,6	3,6	2,9	2,9	2,3	2,3	1,7	1,7	1,4	1,4	1,1	1,1	0,9	0,9		
		X (m)	8,8	7,0	7,8	6,2	7,2	5,7	6,4	5,1	5,8	4,7	5,4	4,3	5,0	4,0	4,5	3,6	4,0	3,2	3,4	2,7	3,1	2,5	2,8	2,2	2,5	2,0		
		p_t (Pa)	51,4	61,7	31,6	37,9	22,5	27,1	14,7	17,7	9,8	11,8	7,2	8,6	5,2	6,2	3,4	4,1	2,2	2,6	1,1	1,4	0,8	0,9	0,5	0,6	0,3	0,4		
		NR (dB)	44	46	39	41	36	38	32	34	28	30	25	27	22	24	17	19	13	15	7	9								
450	125,0	V_k (m/s)			10,0	10,0	8,4	8,4	6,8	6,8	5,6	5,6	4,8	4,8	4,0	4,0	3,3	3,3	2,6	2,6	1,9	1,9	1,6	1,6	1,3	1,3	1,0	1,0		
		X (m)			8,8	7,0	8,1	6,4	7,2	5,8	6,5	5,2	6,1	4,8	5,6	4,5	5,0	4,0	4,5	3,6	3,8	3,1	3,5	2,8	3,1	2,5	2,8	2,3		
		p_t (Pa)			40,0	48,0	28,5	34,2	18,7	22,4	12,5	14,9	9,1	10,9	6,5	7,9	4,3	5,2	2,8	3,3	1,4	1,7	1,0	1,2	0,7	0,8	0,4	0,5		
		NR (dB)			42	44	39	41	35	37	31	33	28	30	24	26	20	22	16	18	10	12	6	8						
500	138,9	V_k (m/s)			11,1	11,1	9,4	9,4	7,6	7,6	6,2	6,2	5,3	5,3	4,5	4,5	3,6	3,6	2,9	2,9	2,1	2,1	1,7	1,7	1,4	1,4	1,1	1,1	0,8	0,8
		X (m)			9,7	7,8	8,9	7,2	8,0	6,4	7,3	5,8	6,7	5,4	6,2	5,0	5,6	4,5	5,0	4,0	4,2	3,4	3,8	3,1	3,5	2,8	3,1	2,5	2,7	2,1
		p_t (Pa)			49,4	59,3	35,2	42,3	23,0	27,6	15,4	18,5	11,2	13,5	8,1	9,7	5,3	6,4	3,4	4,1	1,8	2,1	1,2	1,4	0,8	1,0	0,5	0,6	0,3	0,3
		NR (dB)					41	43	37	39	33	35	30	32	27	29	23	25	19	21	12	14	8	10	5	7				
550	152,8	V_k (m/s)					10,3	10,3	8,3	8,3	6,8	6,8	5,8	5,8	4,9	4,9	4,0	4,0	3,2	3,2	2,3	2,3	1,9	1,9	1,6	1,6	1,3	1,3	0,9	0,9
		X (m)					9,8	7,9	8,9	7,1	8,0	6,4	7,4	5,9	6,8	5,4	6,1	4,9	5,5	4,4	4,7	3,7	4,2	3,4	3,8	3,1	3,4	2,8	2,9	2,3
		p_t (Pa)					42,6	51,1	27,9	33,5	18,6	22,3	13,6	16,3	9,8	11,7	6,4	7,7	4,2	5,0	2,1	2,6	1,5	1,7	1,0	1,2	0,6	0,8	0,3	0,4
		NR (dB)					44	46	39	41	36	38	32	34	29	31	25	27	21	23	14	16	11	13	7	9				
600	166,7	V_k (m/s)					11,3	11,3	9,1	9,1	7,4	7,4	6,4	6,4	5,4	5,4	4,4	4,4	3,5	3,5	2,5	2,5	2,1	2,1	1,7	1,7	1,4	1,4	1,0	1,0
		X (m)					10,7	8,6	9,7	7,7	8,7	7,0	8,1	6,5	7,4	5,9	6,7	5,4	6,0	4,8	5,1	4,1	4,6	3,7	4,2	3,4	3,8	3,0	3,2	2,6
		p_t (Pa)					50,7	60,9	33,2	39,8	22,1	26,6	16,2	19,4	11,6	14,0	7,7	9,2	4,9	5,9	2,6	3,1	1,7	2,1	1,2	1,4	0,8	0,9	0,4	0,5
		NR (dB)					46	48	42	44	38	40	35	37	31	33	27	29	23	25	17	19	13	15	9	11	5	7		
650	180,6	V_k (m/s)					12,2	12,2	9,9	9,9	8,1	8,1	6,9	6,9	5,8	5,8	4,7	4,7	3,8	3,8	2,7	2,7	2,3	2,3	1,9	1,9	1,5	1,5	1,1	1,1
		X (m)					11,6	9,3	10,5	8,4	9,5	7,6	8,7	7,0	8,0	6,4	7,2	5,8	6,5	5,2	5,5	4,4	5,0	4,0	4,5	3,6	4,1	3,3	3,5	2,8
		p_t (Pa)					59,5	71,4	38,9	46,7	26,0	31,2	19,0	22,8	13,7	16,4	9,0	10,8	5,8	7,0	3,0	3,6	2,0	2,4	1,4	1,7	0,9	1,1	0,5	0,6
		NR (dB)					48	50	44	46	40	42	37	39	33	35	29	31	25	27	18	20	15	17	11	13	7	9		
700	194,4	V_k (m/s)							10,6	10,6	8,7	8,7	7,4	7,4	6,3	6,3	5,1	5,1	4,1	4,1	2,9	2,9	2,4	2,4	2,0	2,0	1,6	1,6	1,2	1,2
		X (m)							11,3	9,0	10,2	8,1	9,4	7,5	8,7	6,9	7,8	6,2	7,0	5,6	5,9	4,7	5,4	4,3	4,9	3,9	4,4	3,5	3,7	3,0
		p_t (Pa)							45,2	54,2	30,1	36,2	22,0	26,4	15,8	19,0	10,4	12,5	6,7	8,1	3,5	4,2	2,4	2,8	1,6	1,9	1,0	1,2	0,5	0,7
		NR (dB)							45	47	41	43	38	40	35	37	31	33	27	29	20	22	17	19	13	15	8	10		
750	208,3	V_k (m/s)							11,4	11,4	9,3	9,3	8,0	8,0	6,7	6,7	5,5	5,5	4,4	4,4	3,2	3,2	2,6	2,6	2,1	2,1	1,7	1,7	1,2	1,2
		X (m)							12,1	9,7	10,9	8,7	10,1	8,1	9,3	7,4	8,4	6,7	7,5	6,0	6,4	5,1	5,8	4,6	5,2	4,2	4,7	3,8	4,0	3,2
		p_t (Pa)							51,8	62,2	34,6	41,5	25,3	30,3	18,2	21,8	12,0	14,4	7,7	9,3	4,0	4,8	2,7	3,2	1,8	2,2	1,2	1,4	0,6	0,7
		NR (dB)							47	49	43	45	40	42	37	39	33	35	28	30	22	24	18	20	14	16	10	12		
800	222,2	V_k (m/s)							12,1	12,1	9,9	9,9	8,5	8,5	7,2	7,2	5,8	5,8	4,7	4,7	3,4	3,4	2,8	2,8	2,3	2,3	1,8	1,8	1,3	1,3
		X (m)							12,9	10,3	11,6	9,3	10,8	8,6	9,9	7,9	8,9	7,1	8,0	6,4	6,8	5,4	6,2	4,9	5,6	4,5	5,0	4,0	4,3	3,4
		p_t (Pa)							59,0	70,8	39,4	47,2	28,8	34,5	20,7	24,8	13,6	16,3	8,8	10,6	4,5	5,4	3,1	3,7	2,1	2,5	1,3	1,6	0,7	0,8
		NR (dB)							49	51	45	47	42	44	38	40	34	36	30	32	24	26	20	22	16	18	12	14		
850	236,1	V_k (m/s)									10,5	10,5	9,0	9,0	7,6	7,6	6,2	6,2	5,0	5,0	3,6	3,6	2,9	2,9	2,4	2,4	2,0	2,0	1,4	1,4
		X (m)									12,4	9,9	11,4	9,1	10,5	8,4	9,5	7,6	8,5	6,8	7,2	5,8	6,5	5,2	5,9	4,8	5,3	4,3	4,5	3,6
		p_t (Pa)									44,4	53,3	32,5	39,0	23,4	28,0	15,4	18,4	9,9	11,9	5,1	6,1	3,5	4,2	2,4	2,8	1,5	1,8	0,8	1,0
		NR (dB)									46	48	43	45	40	42	36	38	31	33	25	27	21	23	17	19	13	15	7	9
900	250,0	V_k (m/s)									11,2	11,2	9,5	9,5	8,1	8,1	6,6	6,6	5,3	5,3	3,8	3,8	3,1	3,1	2,6	2,6	2,1	2,1	1,5	1,5
		X (m)									13,1	10,5	12,1	9,7	11,1	8,9	10,0	8,0	9,0	7,2	7,6	6,1	6,9	5,5	6,3	5,0	5,6	4,5	4,8	3,8
		p_t (Pa)									49,8	59,8	36,4	43,7	26,2	31,4	17,2	20,7	11,1	13,4	5,7	6,9	3,9	4,7	2,7	3,2	1,7	2,0	0,9	1,1
		NR (dB)									48	50	44	46	41	43	37	39	33	35	26	28	23	25	19	21	15	17	8	10
950	263,9	V_k (m/s)									11,8	11,8	10,1	10,1	8,5	8,5	6,9	6,9	5,6	5,6	4,0	4,0	3,3	3,3	2,7	2,7	2,2	2,2	1,6	1,6
		X (m)									13,8	11,1	12,8	10,2	11,8	9,4	10,6	8,5	9,5	7,6	8,0	6,4	7,3	5,8	6,6	5,3	5,9	4,8	5,1	4,0
		p_t (Pa)									55,5	66,6	40,6	48,7	29,2	35,0	19,2	23,0	12,4	14,9	6,4	7,7	4,3	5,2	3,0	3,6	1,9	2,3	1,0	1,2
		NR (dB)									49	51	46	48	43	45	38	40	34	36	28	30	24	26	20	22	16	18	10	12
1000	277,8	V_k (m/s)											10,6	10,6	9,0	9,0	7,3	7,3	5,9	5,9	4,2	4,2	3,5	3,5	2,9	2,9	2,3	2,3	1,7	1,7
		X (m)											13,4	10,8	12,4	9,9	11,2	8,9	10,0	8,0	8,5	6,8	7,7	6,2	7,0	5,6	6,3	5,0	5,3	4,3
		p_t (Pa)											45,0	54,0	32,3	38,8	21,3	25,5	13,7	16,5	7,1	8,5	4,8	5,8	3,3	3,9	2,1	2,5	1,1	1,3
		NR (dB)											47	49	44	46	40	42	35	37	29	31	25	27	21	23	17	19	11	13
1100	305,6	V_k (m/s)											11,7	11,7	9,9	9,9	8,0	8,0	6,4	6,4	4,6	4,6	3,8	3,8	3,2	3,2	2,5	2,5	1,8	1,8
		X (m)											14,8	11,8	13,6	10,9	12,3	9,8	11,0	8,8	9,3	7,5	8,5	6,8	7,7	6,2	6,9	5,5	5,9	4,7
		p_t (Pa)											54,4	65,3	39,1	46,9	25,7	30,9	16,6	19,9	8,6	10,3	5,8	7,0	4,0	4,8	2,6	3,1	1,3	1,6
		NR (dB)											49	51	46	48	42	44	38	40	31	33	28	30	24	26	19	21	13	15

Factores de corrección para rejillas de simple deflexión, 20-SH, 20-SV, 21-SH y 21-SV:

V_k = Valor de tabla x 0,8
X = Valor de tabla x 1,1
P_t = Valor de tabla x 0,8
NR = Valor de tabla x 0,9

Simbología:

V = Velocidad efectiva en m/s
X = Alcance en m
P_t = Presión total en pascales
NR = Indice nivel sonoro en dB

NR 10 - 20

NR > 40 **NR 30 - 40** **NR 20 - 30**

Tipos: 20-SH, 20-SHO, 20-SV, 20-SVO, 20-DH, 20-DHO, 20-DV, 20-DVO, 21-SH, 21-SHO, 21-SV, 21-SVO, 21-DH, 21-DHO, 21-DV, 21-DVO

Tabla de selección (DOBLE DEFLEXIÓN)

		Dim. (mm)	200x100	250x100	300x100 200x150	250x150	300x150	350x150 250x200	600x100 400x150 300x200	500x150 350x200	600x150 450x200 350x250 300x300	600x200 500x250 400x300	1000x150 750x200 600x250 500x300	1200x150 900x200 750x250 600x300	1100x200 900x250 750x300	1200x250 1000x300	
Q		A_k (m^2)	0,0098	0,0125	0,0148	0,0183	0,0224	0,0262	0,0309	0,0381	0,0474	0,0660	0,0801	0,0970	0,1210	0,1670	
(m^3/h)	(l/s)	α (°)	0 30	0 30	0 30	0 30	0 30	0 30	0 30	0 30	0 30	0 30	0 30	0 30	0 30	0 30	
1200	333,3	V_k (m/s)							10,8 10,8	8,7 8,7	7,0 7,0	5,1 5,1	4,2 4,2	3,4 3,4	2,8 2,8	2,0 2,0	NR 10 - 20
		X (m)							14,9 11,9	13,4 10,7	12,0 9,6	10,2 8,1	9,2 7,4	8,4 6,7	7,5 6,0	6,4 5,1	
		p_t (Pa)							46,5 55,9	30,6 36,7	19,8 23,7	10,2 12,2	6,9 8,3	4,7 5,7	3,0 3,6	1,6 1,9	
		NR (dB)							48 50	44 46	40 42	33 35	30 32	26 28	22 24	15 17	
1300	361,1	V_k (m/s)							11,7 11,7	9,5 9,5	7,6 7,6	5,5 5,5	4,5 4,5	3,7 3,7	3,0 3,0	2,2 2,2	
		X (m)							16,1 12,9	14,5 11,6	13,0 10,4	11,0 8,8	10,0 8,0	9,1 7,3	8,1 6,5	6,9 5,5	
		p_t (Pa)							54,6 65,6	35,9 43,1	23,2 27,9	12,0 14,4	8,1 9,8	5,5 6,7	3,6 4,3	1,9 2,2	
		NR (dB)							50 52	46 48	42 44	35 37	32 34	28 30	24 26	17 19	
1400	388,9	V_k (m/s)							12,6 12,6	10,2 10,2	8,2 8,2	5,9 5,9	4,9 4,9	4,0 4,0	3,2 3,2	2,3 2,3	
		X (m)							17,3 13,9	15,6 12,5	14,0 11,2	11,9 9,5	10,8 8,6	9,8 7,8	8,8 7,0	7,5 6,0	
		p_t (Pa)							63,4 76,0	41,7 50,0	26,9 32,3	13,9 16,7	9,4 11,3	6,4 7,7	4,1 5,0	2,2 2,6	
		NR (dB)							52 54	48 50	44 46	37 39	33 35	30 32	25 27	19 21	
1500	416,7	V_k (m/s)								10,9 10,9	8,8 8,8	6,3 6,3	5,2 5,2	4,3 4,3	3,4 3,4	2,5 2,5	
		X (m)								16,7 13,4	15,0 12,0	12,7 10,2	11,5 9,2	10,5 8,4	9,4 7,5	8,0 6,4	
		p_t (Pa)								47,8 57,4	30,9 37,1	15,9 19,1	10,8 13,0	7,4 8,9	4,7 5,7	2,5 3,0	
		NR (dB)								50 52	45 47	39 41	35 37	31 33	27 29	21 23	
1600	444,4	V_k (m/s)								11,7 11,7	9,4 9,4	6,7 6,7	5,5 5,5	4,6 4,6	3,7 3,7	2,7 2,7	
		X (m)								17,8 14,3	16,0 12,8	13,6 10,8	12,3 9,8	11,2 8,9	10,0 8,0	8,5 6,8	
		p_t (Pa)								54,4 65,3	35,2 42,2	18,1 21,8	12,3 14,8	8,4 10,1	5,4 6,5	2,8 3,4	
		NR (dB)								51 53	47 49	40 42	37 39	33 35	29 31	22 24	
1700	472,2	V_k (m/s)									10,0 10,0	7,2 7,2	5,9 5,9	4,9 4,9	3,9 3,9	2,8 2,8	NR 20 - 30
		X (m)									17,0 13,6	14,4 11,5	13,1 10,5	11,9 9,5	10,6 8,5	9,1 7,2	
		p_t (Pa)									39,7 47,6	20,5 24,6	13,9 16,7	9,5 11,4	6,1 7,3	3,2 3,8	
		NR (dB)									48 50	42 44	38 40	34 36	30 32	24 26	
1800	500,0	V_k (m/s)									10,5 10,5	7,6 7,6	6,2 6,2	5,2 5,2	4,1 4,1	3,0 3,0	
		X (m)									18,0 14,4	15,3 12,2	13,8 11,1	12,6 10,1	11,3 9,0	9,6 7,7	
		p_t (Pa)									44,5 53,4	23,0 27,5	15,6 18,7	10,6 12,8	6,8 8,2	3,6 4,3	
		NR (dB)									50 52	43 45	39 41	36 38	31 33	25 27	
1900	527,8	V_k (m/s)									11,1 11,1	8,0 8,0	6,6 6,6	5,4 5,4	4,4 4,4	3,2 3,2	
		X (m)									19,0 15,2	16,1 12,9	14,6 11,7	13,3 10,6	11,9 9,5	10,1 8,1	
		p_t (Pa)									49,6 59,5	25,6 30,7	17,4 20,8	11,8 14,2	7,6 9,1	4,0 4,8	
		NR (dB)									51 53	45 47	41 43	37 39	33 35	26 28	
2000	555,6	V_k (m/s)									11,7 11,7	8,4 8,4	6,9 6,9	5,7 5,7	4,6 4,6	3,3 3,3	
		X (m)									20,0 16,0	16,9 13,6	15,4 12,3	14,0 11,2	12,5 10,0	10,7 8,5	
		p_t (Pa)									54,9 65,9	28,3 34,0	19,2 23,1	13,1 15,7	8,4 10,1	4,4 5,3	
		NR (dB)									52 54	46 48	42 44	38 40	34 36	28 30	
2100	583,3	V_k (m/s)										8,8 8,8	7,3 7,3	6,0 6,0	4,8 4,8	3,5 3,5	
		X (m)										17,8 14,2	16,2 12,9	14,7 11,7	13,1 10,5	11,2 8,9	
		p_t (Pa)										31,2 37,5	21,2 25,5	14,5 17,4	9,3 11,2	4,9 5,9	
		NR (dB)										47 49	43 45	39 41	35 37	29 31	
2200	611,1	V_k (m/s)										9,3 9,3	7,6 7,6	6,3 6,3	5,1 5,1	3,7 3,7	
		X (m)										18,6 14,9	16,9 13,5	15,4 12,3	13,8 11,0	11,7 9,4	
		p_t (Pa)										34,3 41,2	23,3 27,9	15,9 19,1	10,2 12,2	5,4 6,4	
		NR (dB)										48 50	44 46	41 43	36 38	30 32	
2400	666,7	V_k (m/s)										10,1 10,1	8,3 8,3	6,9 6,9	5,5 5,5	4,0 4,0	
		X (m)										20,3 16,3	18,5 14,8	16,8 13,4	15,0 12,0	12,8 10,2	
		p_t (Pa)										40,8 49,0	27,7 33,3	18,9 22,7	12,1 14,6	6,4 7,6	
		NR (dB)										50 52	46 48	43 45	38 40	32 34	
2600	722,2	V_k (m/s)										10,9 10,9	9,0 9,0	7,4 7,4	6,0 6,0	4,3 4,3	NR 30 - 40
		X (m)										22,0 17,6	20,0 16,0	18,2 14,5	16,3 13,0	13,8 11,1	
		p_t (Pa)										47,9 57,5	32,5 39,0	22,2 26,6	14,3 17,1	7,5 9,0	
		NR (dB)										52 54	48 50	45 47	40 42	34 36	
2800	777,8	V_k (m/s)											9,7 9,7	8,0 8,0	6,4 6,4	4,7 4,7	
		X (m)											21,5 17,2	19,6 15,7	17,5 14,0	14,9 11,9	
		p_t (Pa)											37,7 45,3	25,7 30,9	16,5 19,8	8,7 10,4	
		NR (dB)											50 52	46 48	42 44	36 38	
3000	833,3	V_k (m/s)											10,4 10,4	8,6 8,6	6,9 6,9	5,0 5,0	
		X (m)											23,1 18,5	21,0 16,8	18,8 15,0	16,0 12,8	
		p_t (Pa)											43,3 52,0	29,5 35,4	19,0 22,8	10,0 12,0	
		NR (dB)											52 54	48 50	44 46	38 40	
3200	888,9	V_k (m/s)												9,2 9,2	7,3 7,3	5,3 5,3	
		X (m)												22,4 17,9	20,0 16,0	17,0 13,6	
		p_t (Pa)												33,6 40,3	21,6 25,9	11,3 13,6	
		NR (dB)												50 52	45 47	39 41	
3500	972,2	V_k (m/s)												10,0 10,0	8,0 8,0	5,8 5,8	
		X (m)												24,5 19,6	21,9 17,5	18,6 14,9	
		p_t (Pa)												40,2 48,2	25,8 31,0	13,6 16,3	
		NR (dB)												52 54	48 50	41 43	
3800	1055,6	V_k (m/s)												10,9 10,9	8,7 8,7	6,3 6,3	NR > 40
		X (m)												26,6 21,2	23,8 19,0	20,2 16,2	
		p_t (Pa)												47,4 56,8	30,4 36,5	16,0 19,2	
		NR (dB)												54 56	50 52	43 45	
4100	1138,9	V_k (m/s)													9,4 9,4	6,8 6,8	
		X (m)													25,7 20,5	21,8 17,5	
		p_t (Pa)													35,4 42,5	18,6 22,3	
		NR (dB)													51 53	45 47	
4500	1250,0	V_k (m/s)													10,3 10,3	7,5 7,5	
		X (m)													28,2 22,5	24,0 19,2	
		p_t (Pa)													42,7 51,2	22,4 26,9	
		NR (dB)													54 56	47 49	

Factores de corrección para rejillas de simple deflexión, 20-SH, 20-SV, 21-SH y 21-SV:

V = Valor de tabla x 0,8
X = Valor de tabla x 1,1
P_t = Valor de tabla x 0,8
N = Valor de tabla x 0,9

Simbología:

V_k = Velocidad efectiva en m/s
X = Alcance en m
P_t = Presión total en pascales
NR = Indice nivel sonoro en dB

NOTAS:

- *Estas tablas de selección están basadas en ensayos reales de laboratorio de acuerdo a las normas ISO 5219 (UNE 100.710) e ISO 5135 y 3741. Dichos ensayos se han efectuado con rejillas de impulsión 20-DH y 20-DV.*
- *La UTI (Unidad Terminal de Impulsión) está situada en el centro del recinto.*
- *La distancia del lado superior de la UTI al techo es de 0,2 m.*
- *La anchura del recinto es igual a la longitud del módulo x 0,5.*
- *La altura del recinto es de 3 ± 0,5 m.*
- *El Δt es igual a 10°C. (Diferencia entre temperatura aire impulsado y temperatura aire de la sala).*
- *El índice sonoro NR está basado en el nivel de potencia sonora sin atenuación del local y sin compuerta (montaje según ISO).*
- *Los alcances corresponden a una velocidad terminal de 0,25 m/s en zona ocupada.*

Tipos: 20-SH, 20-SHO, 20-SV, 20-SVO, 20-DH, 20-DHO, 20-DV, 20-DVO, 21-SH, 21-SHO, 21-SV, 21-SVO, 21-DH, 21-DHO, 21-DV, 21-DVO

Generalidades

Ejemplo:

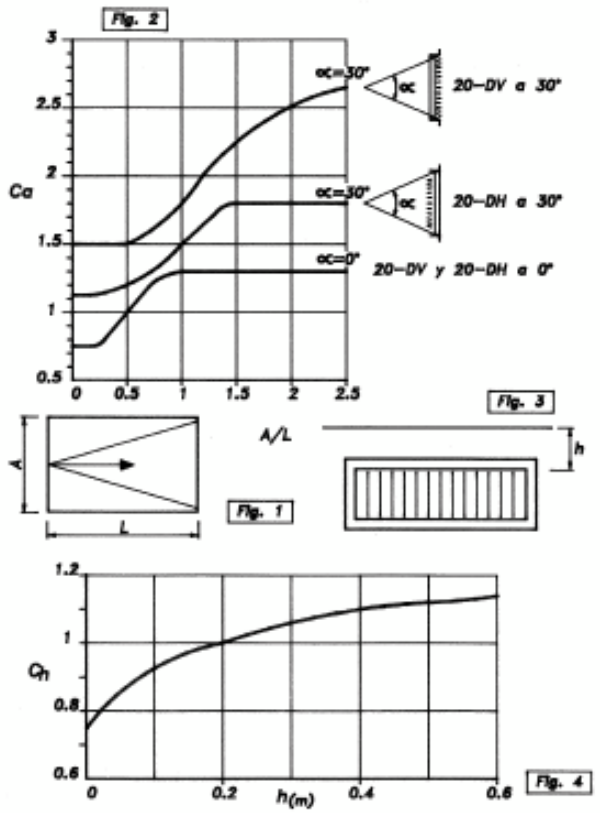
Necesidades requeridas:
Caudal de aire: _____450 m³/h
Alcance: _____ 4 a 5 m
Nivel sonoro requerido: _____inferior a 30 NR
Aplicación: _____ Oficinas
Pérdida de carga requerida: _____Inferior a 5 Pa
Velocidad efectiva: _____ 2 a 3,5 m/s

Solución:
Mediante la tabla de selección de rejillas de impulsión, y siguiendo el criterio general de que, para instalaciones de confort la velocidad de descarga en rejillas de impulsión se mueve entre 2 a 3,5 m/s, obtenemos:

Caudal de aire: _____450 m³/h (ó 125,0 l/s)
V_k (Velocidad efectiva): _____3,3 m/s
X (Alcance en m): _____5 con deflexión a 0º
P_t (Pérdida de carga): _____4,3 Pascales
NR (Nivel sonoro): _____ 20

Rejilla 20-DH ó 20-DV de 500 x 150 ó 350 x 200.

Observando los resultados, los datos obtenidos se ajustan a las necesidades requeridas del proyecto.



Factores de corrección del alcance.
Existen unos factores de corrección en función de la relación entre ancho y largo de la sala, angulación de la deflexión de las aletas y distancia desde la rejilla al techo, que son denominadas de la siguiente forma:

A/L: Relación entre el ancho y el largo del recinto a acondicionar.
Por ejemplo, si el recinto tiene 4,5 m de ancho y 4,5 m de largo, el factor A/L es igual a 1 (Véase fig. 1).

C_a: Factor obtenido en el siguiente gráfico, utilizando como parámetros el valor A/L, y la angulación de aletas.
Por ejemplo, si el valor A/L = 1, y se va a utilizar una rejilla con aletas a 0°, el valor C_a es igual a 1,3 (Véase fig. 2).

C_h: Factor de corrección por altura, obtenido de la distancia existente entre la rejilla y el techo. Para vena libre el factor C_h será siempre 1,1.
Por ejemplo si se sitúa la rejilla a 0,2 m del techo, el valor C_h es igual a 1 (Véanse figs. 3 y 4)

Una vez calculados estos dos factores de corrección, podemos determinar el factor de corrección de alcance (K_c) mediante la siguiente fórmula:

$K_c = C_a \cdot C_h$ Ej. $K_c = 1{,}3 \cdot 1 = 1{,}3$

En este caso de selección por tabla, obtendríamos el alcance corregido (X_c):

$X_c = X \cdot K_c$ $X_c = X \cdot 1{,}3$

Recomendaciones útiles

1. Distancia máxima H máx.
Para obtener una vena adherente con aire frío, es aconsejable no superar las distancias de instalación de la rejilla con respecto al techo (h máx.) y la diferencia de temperatura Δt (diferencia entre el aire del recinto y el aire impulsado). (Véase siguiente tabla).

Δt	(° C)	0	6	9	12
h max	(m)	0,65	0,37	0,25	0,13

2. Velocidad mínima recomendada en zona ocupada, V_z
Debido a la diferencia de temperatura de aire del recinto, con respecto al aire frío impulsado, se recomiendan las siguientes velocidades mínimas V_z. (Véase sig. tabla)

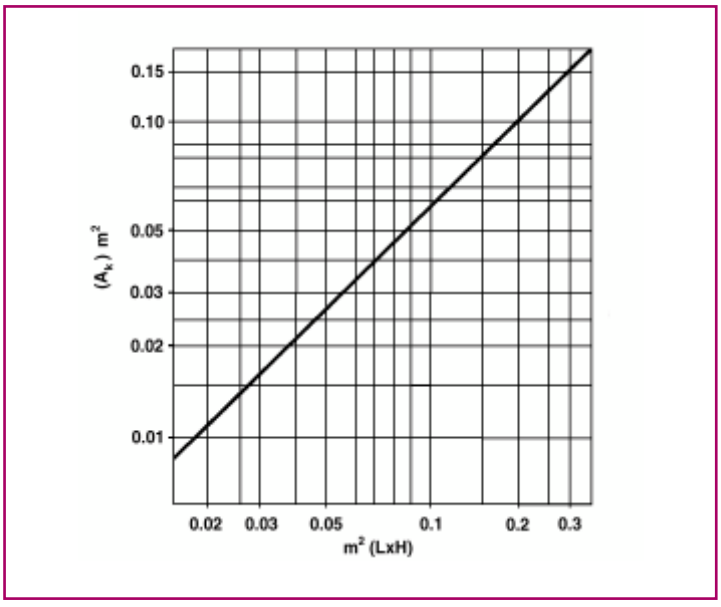
		Δt Aire frío impulsado (°C)			
		0	6	9	12
Vz mínima recomendada (m/s)	Rejilla en pared exterior	0,15	0,15	0,20	0,25
	Rejilla en pared interior	0,15	0,20	0,25	0,30

3. Medición de caudal

El caudal de aire (q_v), se obtendrá del producto del área efectiva de la rejilla (A_k) y la velocidad efectiva de la misma (V_k).

$$q_v(m\ /h) = A_k(m\ ) \cdot V_k(m/s) \cdot 3600$$

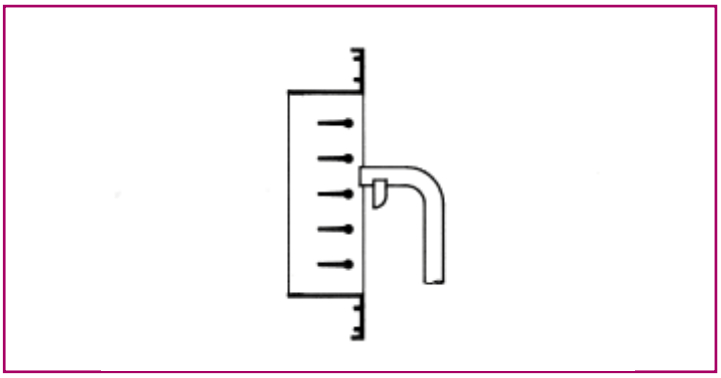
Para calcular el A_k, de rejillas que no figuran en las tablas véase la siguiente figura.



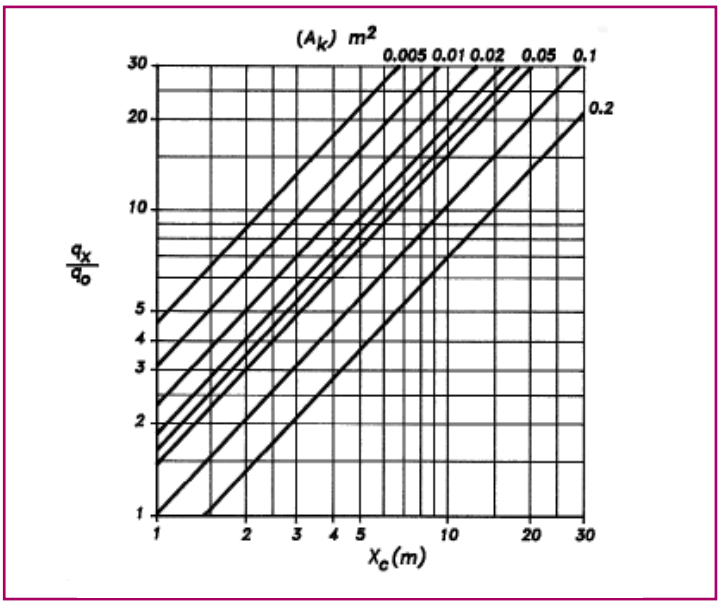
Para rejillas de impulsión con área nominal superior a 0,35 m², el A_k será el 70% de dicha área.

Para conocer el V_k, se recomienda la utilización de una sonda Alnor 2.220 ó 6.070 P.

Si se utiliza un anemómetro de hilo caliente (por ej.: tipo TSI-VELOCICALC), se deberá multiplicar la velocidad obtenida por el factor 1,3.

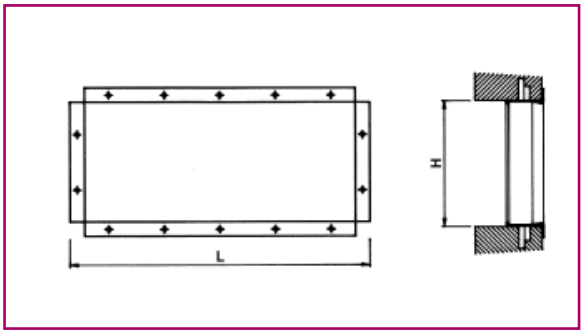


4. Efecto de inducción
Es posible conocer igualmente el caudal de aire inducido dentro del recinto del factor de inducción denominado (q_x/q_0) que viene determinado por los parámetros X_c en m (alcance corregido) y el área de descarga A en m², según la siguiente figura.



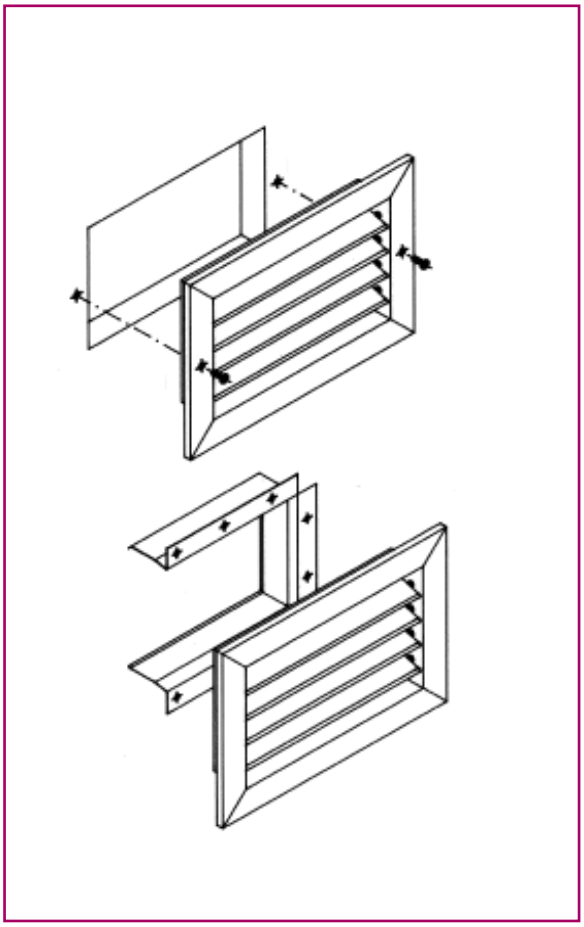
Una vez conocido el factor de inducción, multiplicado por el caudal de aire de impulsión q_v, se obtendrá el volumen total inducido.

Accesorios y montaje



Tipo MM

Marco metálico para montaje de la rejilla.

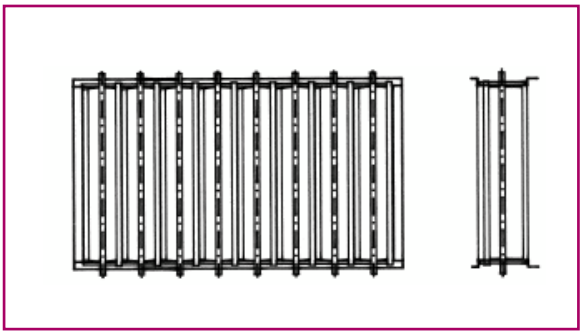


Fijación por tornillos

Presentando directamente la rejilla en el hueco, atornillar directamente sobre el paramento o conducto de chapa, etc.
Para montaje en conductos de fibra es recomendable la utilización del marco metálico de montaje MM.

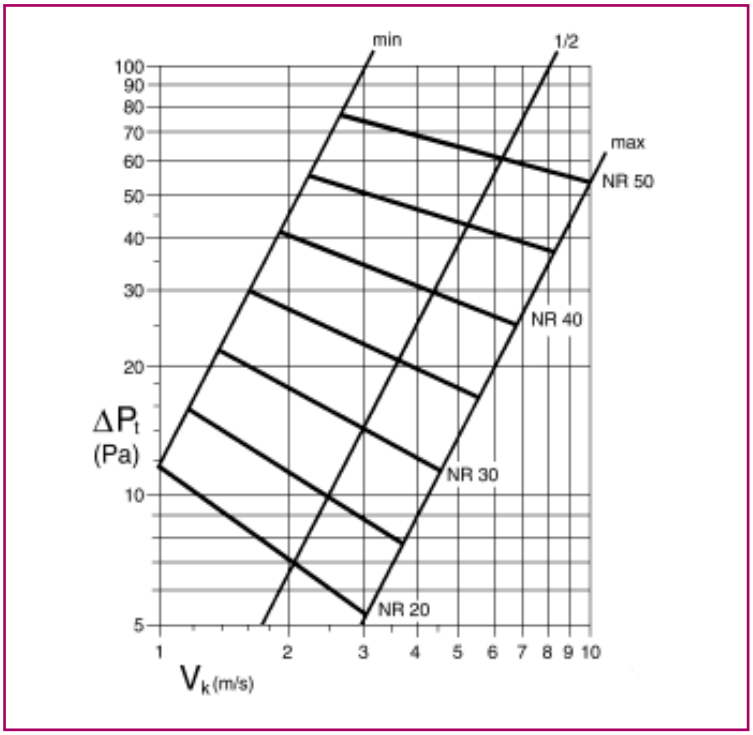
Fijación sobre marco de montaje

Una vez recibido el marco metálico en el hueco del paramento (el marco metálico incorpora patillas de sujeción), presentar la rejilla. Presionando suavemente, por medio de los clips de presión, la rejilla queda perfectamente adosada al marco de montaje.
Nota: el marco de montaje se suministra siempre taladrado en todo su perímetro, ofreciendo la opción de montaje por tornillos. Este procedimiento es más útil para rejillas de tamaño grande o de gran peso y recomendable para montaje en techo.



Compuerta de regulación 29-O

Las compuertas de regulación 29-O están construidas en chapa de acero galvanizado con aletas opuestas.
Son aplicables a cualquier tipo de rejilla (excepto portafiltros y rejillas de puerta).
Su regulación se efectúa fácilmente desde el exterior con un destornillador.



La compuerta de regulación 29-O modifica lógicamente los valores de nivel sonoro y de pérdida de carga expresados en la tabla de selección.

A continuación, y en el gráfico correspondiente, se detallan los niveles sonoros y las pérdidas de carga (ΔP_t) totales de la rejilla más la compuerta de regulación, entrando en curva con los parámetros V_k (velocidad efectiva), y porcentaje de apertura de la compuerta (min, 1/2, max).

El gráfico expresa el nivel sonoro NR en nivel de potencia sonora (sin atenuación del local) para la combinación de rejilla más compuerta 29-O.

El valor V_k del gráfico es el de la rejilla sin compuerta.

A_k (m²)	0,01	0,02	0,03	0,05	0,1	0,2
NR	-5,2	-1,9	0	+2,4	+5,8	+9,1

Existe un factor de corrección en cuanto a nivel sonoro se refiere en función del A_k (área de descarga), según tabla adjunta.

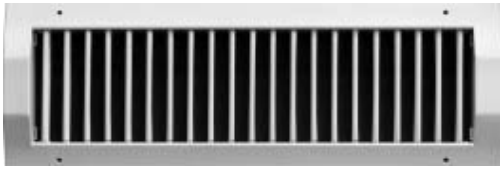
Dimensiones normalizadas de las rejillas (en mm)

Longitud (L) 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000

Altura (H) 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000

Bajo demanda pueden fabricarse dimensiones especiales.

Rejillas para conducto circular (IMPULSIÓN)

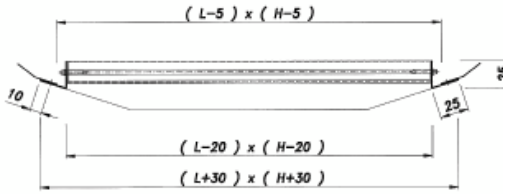


Descripción

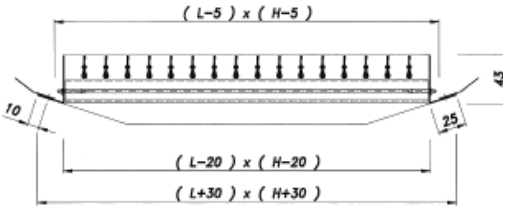
Modelo 21-SVC. Rejillas de chapa de acero para conducto circular con lamas orientables.

Acabados

Chapa de acero pintada en color gris.
Acabados especiales bajo demanda.



Simple deflexión, SVC



Doble deflexión, DVC

Dimensiones

Ver tabla de dimensiones de la pág. 13.
Las dimensiones de hueco serán siempre L-5 mm x H-5 mm.
Para una rejilla de 425 x 225 nominales, el hueco deberá ser de 420 x 220 mm.

Montaje

Siempre atornilladas sobre el conducto. Diámetro de conducto de 400 a 1400 mm. (Ver tabla de dimensiones de la pág. 13).

21	Serie, rejilla de chapa de acero
SVC **DVC**	Simple deflexión, lamas verticales Doble deflexión, la 1ª con aletas verticales y la 2ª con aletas horizontales
RFS-05 **RFS-06**	Sin indicar nada, no va incorporada Compuerta de regulación con angulación Compuerta de regulación sin angulación
L x H	Longitud en mm. (sentido horizontal) x altura en mm. (sentido vertical)

Identificación

Las rejillas pueden ser de simple o doble deflexión, siempre la primera deflexión con lamas verticales. No existe marco metálico para éste modelo. En todas las descripciones de dimensiones de rejillas se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura.

Tabla de selección (DOBLE DEFLEXIÓN)

Q		Dim.(mm)	425x75	525x75	625x75	425x125	525x125	625x125	425x225	525x225	625x225	825x225	1025x225
(m^3/h)	(l/s)	A_k (m^2)	0,0130	0,0160	0,0190	0,0250	0,0310	0,0370	0,0490	0,0610	0,0730	0,0970	0,1220
100	27,8	V_k (m/s)	2,1	1,7	1,5	1,1							
		X (m)	5,3	4,8	4,4	3,8							
		p_t (Pa)	3,0	2,0	1,4	0,8							
		NR (dB)	7	3									
120	33,3	V_k (m/s)	2,6	2,1	1,8	1,3	1,1						
		X (m)	6,4	5,8	5,3	4,6	4,1						
		p_t (Pa)	4,3	2,9	2,0	1,2	0,8						
		NR (dB)	11	7	4								
140	38,9	V_k (m/s)	3,0	2,4	2,0	1,6	1,3	1,1					
		X (m)	7,4	6,7	6,2	5,4	4,8	4,4					
		p_t (Pa)	5,9	3,9	2,8	1,6	1,0	0,7					
		NR (dB)	15	11	7	2							
160	44,4	V_k (m/s)	3,4	2,8	2,3	1,8	1,4	1,2					
		X (m)	8,5	7,7	7,0	6,1	5,5	5,0					
		p_t (Pa)	7,7	5,1	3,6	2,1	1,4	1,0					
		NR (dB)	18	14	11	5	1						
180	50,0	V_k (m/s)	3,8	3,1	2,6	2,0	1,6	1,4	1,0				
		X (m)	9,6	8,6	7,9	6,9	6,2	5,7	4,9				
		p_t (Pa)	9,8	6,4	4,6	2,6	1,7	1,2	0,7				
		NR (dB)	21	17	14	8	4	1					
200	55,6	V_k (m/s)	4,3	3,5	2,9	2,2	1,8	1,5	1,1				
		X (m)	10,6	9,6	8,8	7,7	6,9	6,3	5,5				
		p_t (Pa)	12,1	8,0	5,6	3,3	2,1	1,5	0,8				
		NR (dB)	24	20	16	11	7	3					
250	69,4	V_k (m/s)	5,3	4,3	3,7	2,8	2,2	1,9	1,4	1,1	1,0		
		X (m)	13,3	12,0	11,0	9,6	8,6	7,9	6,9	6,1	5,6		
		p_t (Pa)	18,8	12,4	8,8	5,1	3,3	2,3	1,3	0,9	0,6		
		NR (dB)	29	25	22	16	12	9	3				
300	83,3	V_k (m/s)	6,4	5,2	4,4	3,3	2,7	2,3	1,7	1,4	1,1		
		X (m)	16,0	14,4	13,2	11,5	10,3	9,5	8,2	7,4	6,7		
		p_t (Pa)	27,1	17,9	12,7	7,3	4,8	3,3	1,9	1,2	0,9		
		NR (dB)	33	29	26	21	16	13	8	3			
350	97,2	V_k (m/s)	7,5	6,1	5,1	3,9	3,1	2,6	2,0	1,6	1,3	1,0	
		X (m)	18,6	16,8	15,4	13,4	12,1	11,0	9,6	8,6	7,9	6,8	
		p_t (Pa)	36,9	24,4	17,3	10,0	6,5	4,6	2,6	1,7	1,2	0,7	
		NR (dB)	37	33	30	24	20	17	11	7	3		
400	111,1	V_k (m/s)	8,5	6,9	5,8	4,4	3,6	3,0	2,3	1,8	1,5	1,1	
		X (m)	21,3	19,2	17,6	15,3	13,8	12,6	11,0	9,8	9,0	7,8	
		p_t (Pa)	48,2	31,8	22,6	13,0	8,5	6,0	3,4	2,2	1,5	0,9	
		NR (dB)	40	36	33	28	23	20	15	10	7	1	
450	125,0	V_k (m/s)	9,6	7,8	6,6	5,0	4,0	3,4	2,6	2,0	1,7	1,3	1,0
		X (m)	23,9	21,6	19,8	17,3	15,5	14,2	12,3	11,1	10,1	8,8	7,8
		p_t (Pa)	61,0	40,3	28,6	16,5	10,7	7,5	4,3	2,8	1,9	1,1	0,7
		NR (dB)	43	39	36	31	26	23	17	13	10	4	
500	138,9	V_k (m/s)	10,7	8,7	7,3	5,6	4,5	3,8	2,8	2,3	1,9	1,4	1,1
		X (m)	26,6	24,0	22,0	19,2	17,2	15,8	13,7	12,3	11,2	9,7	8,7
		p_t (Pa)	75,3	49,7	35,3	20,4	13,2	9,3	5,3	3,4	2,4	1,4	0,9
		NR (dB)	46	42	38	33	29	25	20	16	12	7	2
600	166,7	V_k (m/s)	12,8	10,4	8,8	6,7	5,4	4,5	3,4	2,7	2,3	1,7	1,4
		X (m)	31,9	28,8	26,4	23,0	20,7	18,9	16,4	14,7	13,5	11,7	10,4
		p_t (Pa)	108,5	71,6	50,8	29,3	19,1	13,4	7,6	4,9	3,4	1,9	1,2
		NR (dB)	50	46	43	38	33	30	24	20	17	11	7
700	194,4	V_k (m/s)	15,0	12,2	10,2	7,8	6,3	5,3	4,0	3,2	2,7	2,0	1,6
		X (m)	37,2	33,6	30,8	26,9	24,1	22,1	19,2	17,2	15,7	13,6	12,2
		p_t (Pa)	147,7	97,5	69,1	39,9	26,0	18,2	10,4	6,7	4,7	2,7	1,7
		NR (dB)	54	50	47	41	37	34	28	24	20	15	10
800	222,2	V_k (m/s)		13,9	11,7	8,9	7,2	6,0	4,5	3,6	3,0	2,3	1,8
		X (m)		38,4	35,2	30,7	27,6	25,2	21,9	19,7	18,0	15,6	13,9
		p_t (Pa)		127,3	90,3	52,1	33,9	23,8	13,6	8,8	6,1	3,5	2,2
		NR (dB)		53	50	45	40	37	31	27	24	18	14
900	250,0	V_k (m/s)			13,2	10,0	8,1	6,8	5,1	4,1	3,4	2,6	2,0
		X (m)			39,6	34,5	31,0	28,4	24,7	22,1	20,2	17,5	15,6
		p_t (Pa)			114,3	66,0	42,9	30,1	17,2	11,1	7,7	4,4	2,8
		NR (dB)			53	47	43	40	34	30	26	21	16
1000	277,8	V_k (m/s)			14,6	11,1	9,0	7,5	5,7	4,6	3,8	2,9	2,3
		X (m)			44,0	38,4	34,5	31,5	27,4	24,6	22,5	19,5	17,4
		p_t (Pa)			141,1	81,5	53,0	37,2	21,2	13,7	9,6	5,4	3,4
		NR (dB)			55	50	46	42	37	33	29	23	19
1200	333,3	V_k (m/s)				13,3	10,8	9,0	6,8	5,5	4,6	3,4	2,7
		X (m)				46,0	41,3	37,8	32,9	29,5	26,9	23,4	20,8
		p_t (Pa)				117,3	76,3	53,6	30,5	19,7	13,8	7,8	4,9
		NR (dB)				54	50	47	41	37	33	28	23
1400	388,9	V_k (m/s)					12,5	10,5	7,9	6,4	5,3	4,0	3,2
		X (m)					48,2	44,2	38,4	34,4	31,4	27,3	24,3
		p_t (Pa)					103,9	72,9	41,6	26,8	18,7	10,6	6,7
		NR (dB)					54	50	45	41	37	32	27
1600	444,4	V_k (m/s)					14,3	12,0	9,1	7,3	6,1	4,6	3,6
		X (m)					55,1	50,5	43,9	39,3	35,9	31,2	27,8
		p_t (Pa)					135,7	95,2	54,3	35,0	24,5	13,9	8,8
		NR (dB)					57	54	48	44	40	35	30

Factores de corrección para rejillas de simple deflexión 21 SVC:

V_k = Valor de tabla x 0,8
X = Valor de tabla x 1,1
P_t = Valor de tabla x 0,8
NR = Valor de tabla - 2 dB

Simbología:

V_k = Velocidad efectiva en m/s
X = Alcance en m
P_t = Presión total en Pascales
NR = Indice nivel sonoro en dB
A_k = Area efectiva en m^2

NR < 10

NR 10 - 20

NR 20 - 30

NR > 40

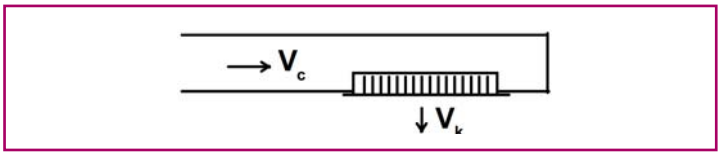
NR 30 - 40

Tipos: 21 SVC - 21 DVC

Generalidades

Notas aclaratorias de la tabla

- Estas tablas de selección están basadas en ensayos reales de laboratorio de acuerdo a las normas ISO 5219 (UNE 100.710) e ISO 5135 y 3741.
Dichos ensayos se han efectuado con rejillas de impulsión 21 DVC. Para calcular los valores de las rejillas de simple deflexión 21 SVC, se deberán aplicar los factores de corrección que figuran en la misma tabla.
- La UTI (Unidad Terminal de Impulsión) está situada en el centro del recinto con vena libre.
- El ángulo de las aletas es de 0° tanto en vertical como en horizontal. (Véanse factores de corrección por angulación de aletas.)
- El Δt es igual a 8° (diferencia entre temperatura-aire impulsado y temperatura-aire de la sala.)
- El índice sonoro NR está basado en el nivel de potencia sonora sin atenuación del local y sin compuerta, siendo el montaje como se indica en el siguiente detalle, con una $V_c \leqslant 0{,}5 \cdot V_k$ (V_c = velocidad en conducto y V_k = velocidad efectiva en la rejilla).



- La pérdida de carga de la rejilla más la compuerta de regulación puede determinarse mediante el gráfico correspondiente (pág.14).

Selección mediante tablas para rejillas de impulsión en conducto circular serie 21 (21 SVC y 21 DVC).

Los parámetros que figuran en la tabla de selección son los siguientes:

V_k = Velocidad efectiva de la salida del aire en m/s
X = Alcance con velocidad terminal de 0,25 m/s (vena libre)
P_t = Pérdida de carga en Pascales
NR= Nivel sonoro

La elección debe tener en cuenta, para un caudal determinado, el nivel sonoro y el alcance. Los alcances que aparecen en las tablas corresponden a una velocidad terminal de 0,25 m/s.

Ejemplo de selección:

Necesidades requeridas:
Caudal de aire: _____400 m³/h
Alcance: _____ 10 m
Nivel sonoro requerido: _____inferior a 45 NR
Aplicación: _____Gimnasio
Pérdida de carga admisible: _____Inferior a 10 Pa
Velocidad efectiva: _____2 a 4 m/s

Solución:

Mediante la tabla de selección de rejillas de impulsión para conducto circular se obtiene:

Q (Caudal de aire): _____400 m³/h (ó 111,1 l/s)
V_k (Velocidad efectiva): _____2,3 m/s
X (Alcance en m): _____11 con deflexión a 0º
P_t (Pérdida de carga): _____3,4 Pascales
NR (Nivel sonoro): _____ 15

Rejilla 21 DVC de 425 x 225

Observando los resultados, los datos obtenidos se ajustan a las necesidades requeridas de proyecto.

Factores de corrección

Existe un factor de corrección en función de la angulación de la primera deflexión de las aletas (aletas verticales). Este factor, denominado C_a, incide sensiblemente en el alcance real o alcance corregido (X_c).
En el ejemplo de selección anterior, si la angulación de aletas fuese de 15°, el alcance corregido sería:

$X_c = X \cdot C_a$ $\quad X_c = 11 \cdot 1{,}35$ $\quad X_c = 14{,}9$ m.

Fig. 16

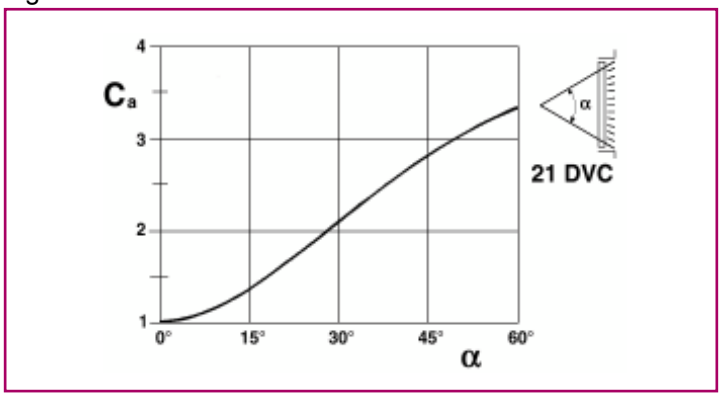
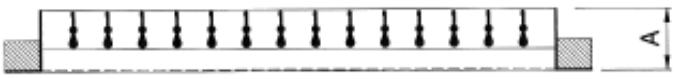


Tabla de dimensiones generales

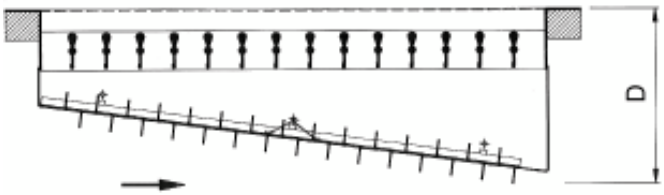
L x H (mm)	GROSOR DE LA UNIDAD						Ø	
	A	B	C	D	E	F	MIN.	MAX.
425 x 75	25	43	50	95	70	105	160	400
525 x 75	25	43	50	105	70	115	160	400
625 x 75	25	43	50	115	70	125	160	400
425 x 125	34	52	60	105	80	115	315	900
525 x 125	34	52	60	115	80	125	315	900
625 x 125	34	52	60	125	80	135	315	900
425 x 225	43	61	70	115	90	125	630	1.400
525 x 225	43	61	70	125	90	135	630	1.400
625 x 225	43	61	70	130	90	140	630	1.400
825 x 225	43	61	70	130	90	140	630	1.400
1.025 x 225	43	61	70	130	90	140	630	1.400

(Ø) Diámetros de conducto circular

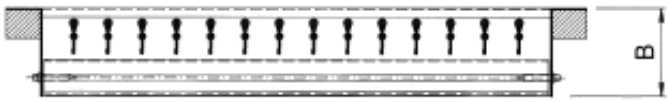
Simple deflexión SVC



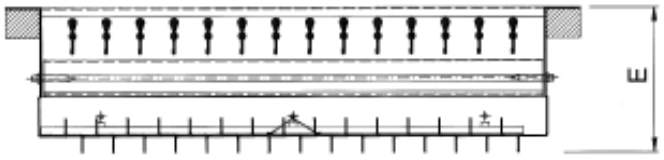
Simple deflexión SVC con compuerta RFS-05



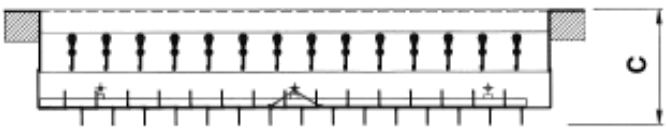
Doble deflexión DVC



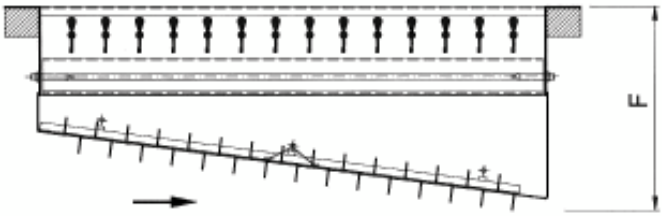
Doble deflexión DVC con compuerta RFS-06



Simple deflexión SVC con compuerta RFS-06

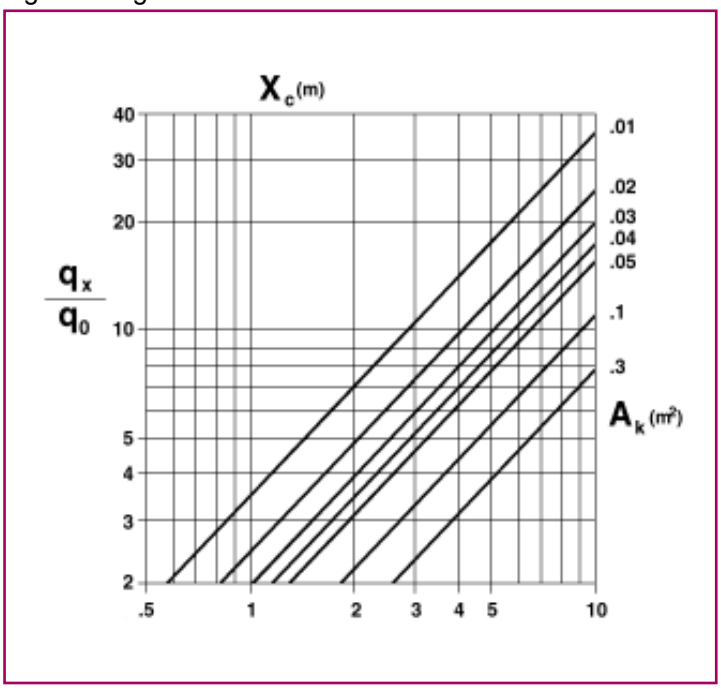


Doble deflexión DVC con compuerta RFS-05



Efecto de inducción

Es posible conocer el caudal de aire inducido dentro del recinto por medio del factor de inducción denominado q_x/q_0 que viene determinado por los parámetros X_c en m (alcance corregido) y el área de descarga en m², según la siguiente figura.



Compuertas de regulación RFS-06 y RFS-05 para rejillas de conducto circular Serie 21 (21 SVC y 21 DVC)

Las compuertas RFS-06 y RFS-05, adosadas a las rejillas para conducto circular, modifican lógicamente los valores de nivel sonoro y de pérdida de carga expresados en la tabla de selección.

A continuación, y en el gráfico correspondiente, se detallan los niveles sonoros y las pérdidas de carga (ΔP_t) totales de la rejilla más la compuerta de regulación, entrando en curva con los parámetros V_k (velocidad efectiva), y porcentaje de apertura de la compuerta (min, 1/2, max).

Este gráfico está basado en ensayos con compuerta RFS-05, aunque pruebas posteriores han demostrado que la diferencia con la RFS-06 (recta) es prácticamente inapreciable (ver las dos figuras siguientes).

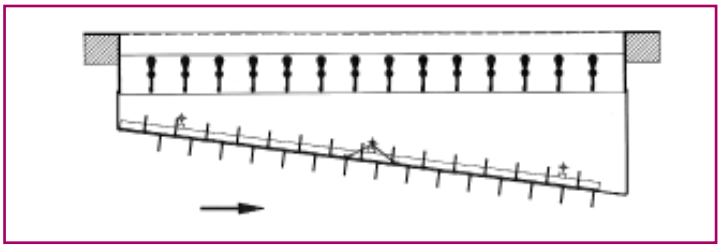
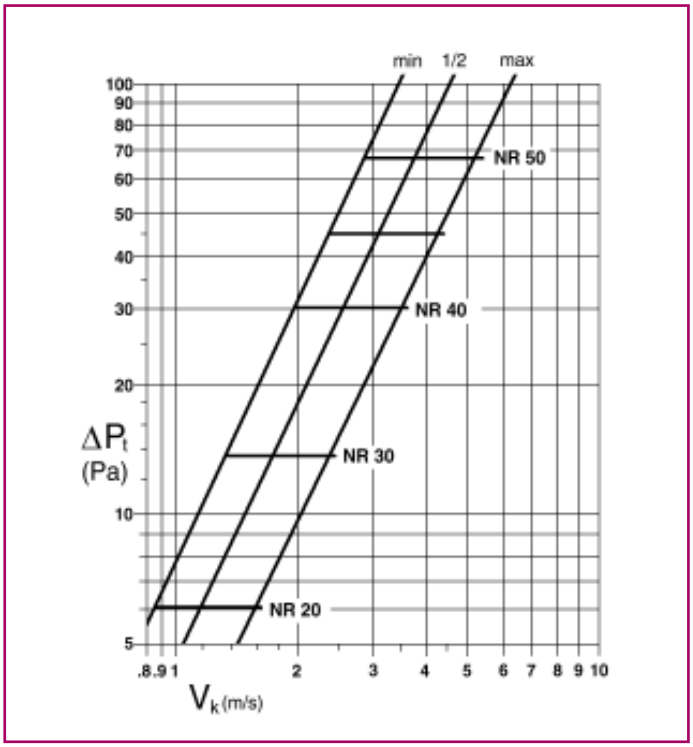


Gráfico de nivel sonoro (rejilla + compuerta)



El gráfico expresa el nivel sonoro NR en nivel de potencia sonora (sin atenuación del local) para la combinación de rejilla más compuerta RFS-05. El valor V_k del gráfico es el de la rejilla sin compuerta.

Correcciones sobre el nivel sonoro y generalidades

Existen dos tipos de correcciones, una por el A_k (área de descarga) y otra por la relación existente entre la velocidad en el conducto (V), y la velocidad efectiva de la rejilla.

(V_k). Estas correcciones afectan al nivel sonoro, según se detalla:

1. Corrección por área de descarga:

A_k (m²)	0,01	0,02	0,03	0,05	0,1
NR	-4,4	-1,6	0	+2,1	+4,8

2. Corrección por relación entre velocidad en conducto y velocidad efectiva:

V_c/V_k	0	1	1,4	1,7	2
NR	-3,5	-3,5	-1,5	0	+1,5

Recomendaciones útiles

Medición de caudal

El caudal de aire (q_v), se obtendrá del producto del área efectiva de la rejilla (A_k) y la velocidad efectiva de la misma (V_k).

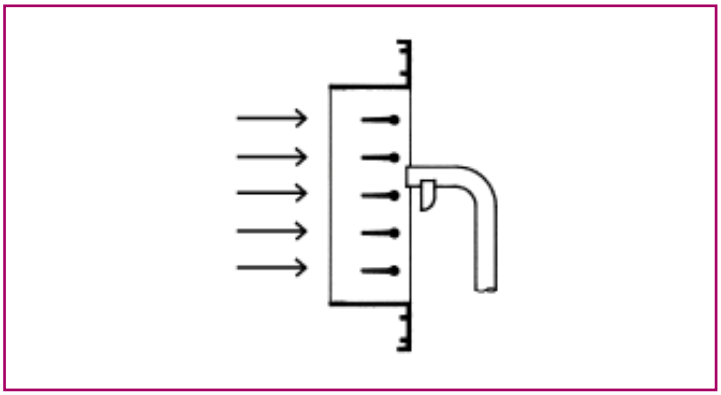
$$q_v(m/h) = A_k(m) \cdot V_k(m/s) \cdot 3600$$

El factor A_k, viene especificado en la tabla de selección, así como la velocidad efectiva (V_k).

Para conocer el Vk real se recomienda la utilización de una sonda Alnor 2.220 ó 6.070.

Si se utiliza un anemómetro de hilo caliente (por ejemplo tipo TSI-VELOCICALC), se deberá multiplicar la velocidad obtenida por el factor 1,3.

Medición con sonda Alnor



Generalidades

Debido a la sencillez de construcción de las compuertas RFS-06 y RFS-05 (de tipo corredera), éstas ofrecen un sencillo manejo de cierre y apertura a través de un simple destornillador desplazando la corredera. Ello permite un equilibrado correcto de presión en la red de conductos.

Las rejillas para conducto circular pueden ser utilizadas igualmente para retorno de aire, recomendándose la rejilla de simple deflexión 21 SVC, y en el caso que se requiera, la regulación RFS-06.

Los datos técnicos de selección para retorno de la rejilla 21 SVC son similares a los de una rejilla de retorno estándar de aletas fijas (ejemplo: 20-45-V).

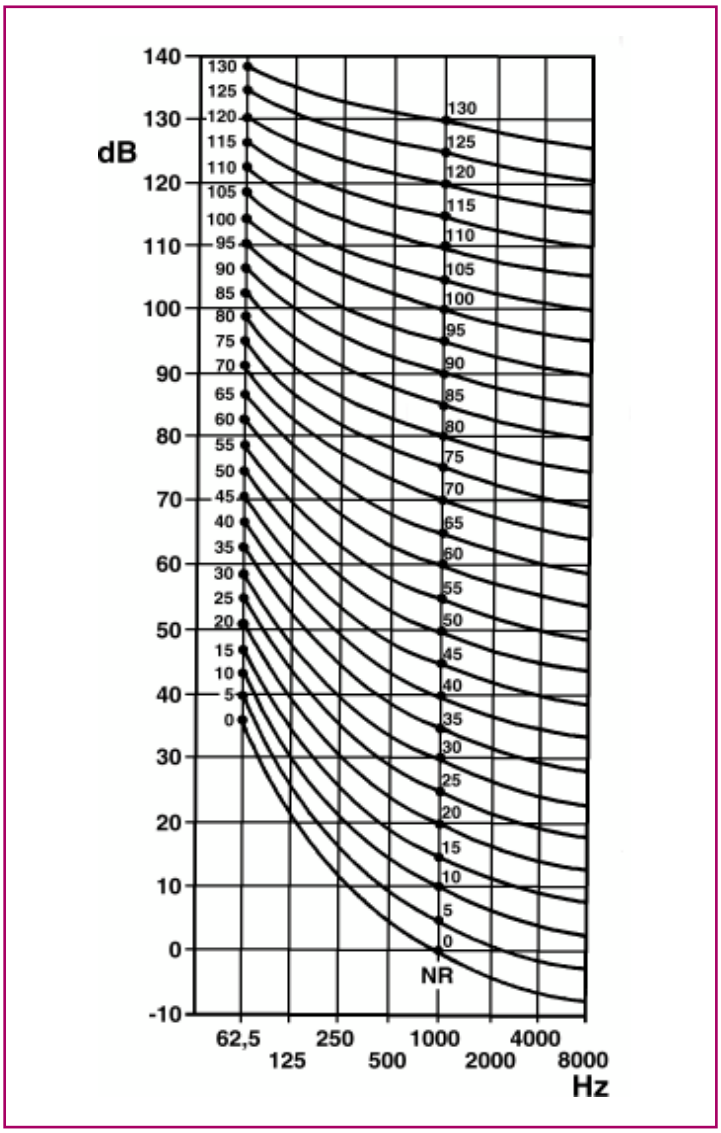
Datos de interés general

Niveles sonoros, curvas NR

A continuación se detallan los niveles sonoros recomendables para cada tipo de instalación.

Local	NR
Estudios de grabación/televisión	15
Salas de conciertos, quirófanos, bibliotecas	20
Salas de conferencias, iglesias, residencias, hoteles, oficinas privadas	25-30
Bancos, cafeterías, teatros, escuelas, restaurantes, edificios públicos	35-40
Supermercados, grandes almacenes, gimnasios	45-55
Tiendas, industria ligera	65

El sistema NR que gradualmente va supliendo al sistema NC, tiene la ventaja de incluir correcciones que se aplican a los criterios especificados, teniendo en cuenta el carácter del ruido, su duración y su localización (ver gráfico y correcciones siguientes)



Correcciones	dB
a) Tono puro, fácilmente audible	-5
b) Duración variable o intermitente	-5
c) Ruido sólo durante horas de trabajo	+5
d) Ruido durante el 25% del tiempo	+5
5%	+10
1,5%	+15
0,5%	+20
0,1%	+25
0,02%	+30
e) Suburbios residenciales	-5
Suburbios	0
Zonas residenciales urbanas	+5
Zonas urbanas cerca de industria ligera	+10
Zona industrial	+15

Velocidades recomendadas para unidades de distribución de aire

Estos valores son aproximados y se refieren a instalaciones de confort, ya que en utilizaciones industriales éstas velocidades pueden ser mayores.

En cualquier caso, se trata de datos orientativos.

Tipo de unidad terminal	utilización	(m/s)
Rejillas de simple y doble deflexión	*impulsión*	*2-3,5*
Rejillas de aletas fijas a 45°	*retorno*	*1,5-2,5*
Rejillas portafiltros	*retorno*	*1,5-2,5*
Rejillas para conducto circular en simple y doble deflexión	*impulsión*	*2-4*
Rejillas para conducto circular en simple deflexión	*retorno*	*1,5-3*
Rejillas de retícula	*retorno*	*2-3*
Rejillas de puerta	*paso de aire*	*0,75-1,25*
Rejillas de expulsión o toma de aire	*expulsión o toma*	*2,5-4,5*
Rejillas lineales, pared o techo	*impulsión*	*2-3,5*
Rejillas lineales, pared o techo	*retorno*	*1,5-2,5*
Rejillas lineales de suelo	*impulsión*	*1,5-2,5*
Rejillas lineales de suelo	*retorno*	*1,5-2,5*
Rejillas lineales para fancoils e inductores	*impulsión*	*2,5-4*
Rejillas lineales para fancoils e inductores	*retorno*	*1,5-2,5*
Rejillas lineales para cortinas de aire	*impulsión*	*3-6*
Rejillas lineales para cortinas de aire	*retorno*	*2,5-4*
Difusores circulares conos fijos	*impulsión*	*2-3*
Difusores circulares conos móviles	*impulsión*	*2,5-4,5*
Bocas de extracción	*retorno*	*1-1,5*
Difusores esféricos	*impulsión*	*3-9*
Difusores cuadrados y rectangulares	*impulsión*	*2-3,5*
Difusores lineales	*impulsión*	*2,5-4,5*
Difusores lineales	*retorno*	*1,5-2,5*

KOOLAIR, S.L.
Calle Urano, 26
Poligono industrial nº 2 – La Fuensanta
28936 Móstoles - Madrid - (España)
Tel: +34 91 645 00 33
Fax: +34 91 645 69 62
e-mail: info@koolair.com

www.koolair.com

KOOLAIR

serie

20.2

Rejillas de retorno y ventilación

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification
Sistema de Gestión

www.koolair.com

ÍNDICE

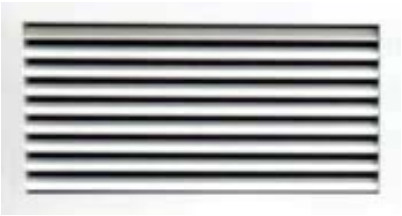
Rejillas de retorno 2
Tabla de selección 3

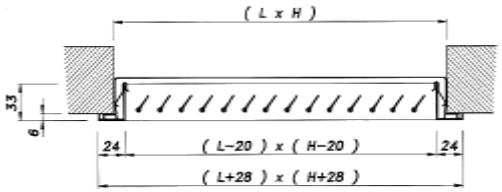
Rejillas de retícula 5
Tabla de selección 6

Rejillas de puerta 8
Tabla de selección 9

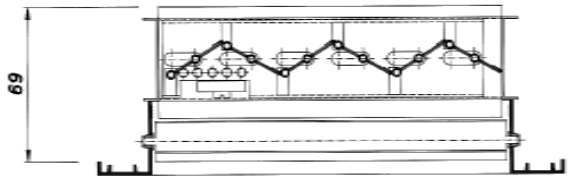
Rejillas de toma de aire exterior 11
Tabla de selección 12
Accesorios y montaje 14
Datos de interés general 16

Rejillas de retorno (aletas fijas a 45°)

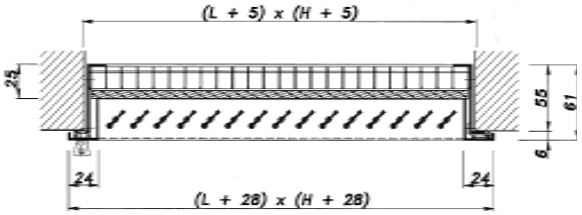




20-45-H ó 20-45-V



20-45-H-O ó 20-45-V-O



20-45-H-FF ó 20-45-V-FF

21-45	*Serie, rejilla de aluminio, aletas fijas a 45°* *Serie, rejilla de chapa de acero, aletas fijas a 45°*
H **V**	*Aletas horizontales* *Aletas verticales*
FF	*Con marco portafiltros, sólo la serie 20-45 (aluminio)* *Sin indicar nada, sin marco portafiltros*
O	*Compuerta de regulación modelo 29-O* *Sin indicar nada, no va incorporada*
MM **Con MM** **Para MM**	*Sin indicar nada, la rejilla dispone de taladros para atornillar* *Marco metálico* *La rejilla se suministra con marco metálico* *La rejilla se suministra sin marco metálico pero prevista para el montaje en el mismo*
L x H	*Longitud en mm. (sentido horizontal) x altura en mm. (sentido vertical)*

Descripción

Modelo 20-45, rejilla de aluminio, aletas fijas a 45°. Modelo 21-45, rejilla de chapa de acero,
aletas fijas a 45°.

Acabados

Aluminio anodizado en su color.
Chapa de acero pintada en blanco RAL 9010. Acabados especiales bajo demanda.

Dimensiones sobre marco de montaje

En el montaje de rejillas sobre marco metálico, la dimensión de hueco se corresponde con la dimen- sión nominal de las rejillas. Así, una rejilla de 500 x 300, precisará un hueco de las mismas dimensiones.

Dimensiones sobre paramento para atornillar

En el montaje sobre paramento para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse 5 mm, tanto en largo como en alto, la dimensión nominal de la rejilla. Así para una rejilla de 500 x 300, el hueco deberá ser de 495 x 295.

Dimensiones de aleta

La longitud máxima de aleta es de 490 mm, en que caso de que la aleta supere dicha dimensión se irán añadiendo los refuerzos que sean necesarios, para que la aleta nunca supere la medida anteriormente mencionada.

Rejilla con compuerta de regulación

Accionamiento de la regulación por el frontal median- te un destornillador.

Marco portafiltros

La rejilla puede incorporar un marco portafiltros bajo demanda, con malla de protección. (Filtro no incluido). Estos marcos portafiltros son los únicos utilizables en las rejillas 20-45-H-FF ó 20-45-V-FF, no pudiendo utilizarse los marcos metálicos MM.

Identificación

En todas las descripciones de dimensión de rejillas, se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura. L x H es la dimensión de hueco libre. Cuando la rejilla no incorpora marco metálico y es preparada para atornillar, la dimensión del hueco será L-5 mm x H-5 mm, excepto en el modelo FF (portafiltros), que será L+5 mm x H+5 mm.

Tabla de selección (rejillas de retorno)

Q m³/h	Q l/s	D. mm / A_k	200 x 100 / 0,0076	250 x 100 / 0,0098	300 x 100 / 200 x 150 / 0,0121	400 x 100 / 200 x 200 / 0,0166	500 x 100 / 350 x 150 / 250 x 200 / 0,0217	600 x 100 / 400 x 150 / 300 x 200 / 0,0258	500 x 150 / 400 x 200 / 300 x 250 / 0,0345	600 x 150 / 450 x 200 / 350 x 250 / 0,0404	300 x 300 / 0,0416	500 x 200 / 400 x 250 / 350 x 300 / 0,0470	800 x 150 / 600 x 200 / 500 x 250 / 400 x 300 / 0,0560	800 x 200 / 600 x 250 / 500 x 300 / 0,0721	1000 x 200 / 800 x 250 / 600 x 300 / 0,0915	1000 x 250 / 800 x 300 / 600 x 400 / 0,1173	1000 x 300 / 750 x 400 / 0,1462	1200 x 300 / 900 x 400 / 700 x 500 / 600 x 600 / 0,1759
50	13,9	V_k	1,8	1,4	1,1	0,8	0,6	0,5										
		P_s	3,5	2,1	1,5	0,8	0,5	0,3										
		NR	12	7														
60	16,7	V_k	2,2	1,7	1,4	1,0	0,8	0,6	0,5									
		P_s	5,0	3,1	2,1	1,1	0,7	0,4	0,3									
		NR	17	12	7													
70	19,4	V_k	2,5	2,0	1,6	1,2	0,9	0,8	0,6	0,5								
		P_s	6,8	4,2	2,8	1,5	1,0	0,6	0,4	0,2								
		NR	21	16	11	5												
80	22,2	V_k	2,9	2,3	1,8	1,3	1,0	0,9	0,6	0,6	0,5							
		P_s	8,9	5,5	3,7	2,0	1,3	0,8	0,5	0,3	0,2							
		NR	24	19	15	8												
90	25,0	V_k	3,3	2,6	2,1	1,5	1,2	1,0	0,7	0,6	0,6	0,5						
		P_s	11,3	7,0	4,7	2,5	1,6	1,0	0,6	0,4	0,2	0,2						
		NR	27	22	18	11	7											
100	27,8	V_k	3,6	2,8	2,3	1,7	1,3	1,1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5					
		P_s	13,9	8,6	5,8	3,1	2,0	1,2	0,8	0,5	0,3	0,3	0,2					
		NR	30	25	21	14	9											
150	41,7	V_k		4,3	3,4	2,5	1,9	1,6	1,2	1,0	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5			
		P_s		19,3	13,1	7,0	4,5	2,8	1,7	1,0	0,7	0,6	0,4	0,2	0,2			
		NR		36	31	25	20	14	9					-12	-17			
200	55,6	V_k			4,6	3,3	2,6	2,2	1,6	1,4	1,3	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5		
		P_s			23,2	12,4	8,1	4,9	3,0	1,8	1,2	1,1	0,8	0,4	0,3	0,2		
		NR			39	32	27	22	17	11	7	6						
250	69,4	V_k				4,2	3,2	2,7	2,0	1,7	1,7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	
		P_s				19,4	12,6	7,7	4,7	2,9	1,9	1,7	1,2	0,7	0,4	0,2	0,2	
		NR				38	33	28	22	17	13	11	7					
300	83,3	V_k					3,8	3,2	2,4	2,1	2,0	1,8	1,5	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5
		P_s					18,2	11,0	6,8	4,1	2,8	2,4	1,7	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1
		NR					38	32	27	22	17	16	12	6				
400	111,1	V_k						4,3	3,2	2,8	2,7	2,4	2,0	1,5	1,2	0,9	0,8	0,6
		P_s						19,6	12,1	7,3	4,9	4,4	3,0	1,7	1,1	0,6	0,4	0,2
		NR						40	35	29	25	24	20	13	9			
500	138,9	V_k							4,0	3,4	3,3	3,0	2,5	1,9	1,5	1,2	0,9	0,8
		P_s							18,9	11,5	7,7	6,8	4,7	2,6	1,7	1,0	0,6	0,4
		NR							41	35	31	29	25	19	15	9		
600	166,7	V_k								4,1	4,0	3,5	3,0	2,3	1,8	1,4	1,1	0,9
		P_s								16,5	11,1	9,8	6,8	3,8	2,5	1,4	0,9	0,5
		NR								40	36	34	30	24	19	13	8	
700	194,4	V_k									4,7	4,1	3,5	2,7	2,1	1,7	1,3	1,1
		P_s									15,1	13,3	9,3	5,2	3,4	1,9	1,2	0,7
		NR									40	38	34	28	23	17	12	6
800	222,2	V_k										4,7	4,0	3,1	2,4	1,9	1,5	1,3
		P_s										17,4	12,1	6,7	4,4	2,5	1,6	0,9
		NR										42	38	31	27	21	16	10
900	250,0	V_k											4,5	3,5	2,7	2,1	1,7	1,4
		P_s											15,3	8,5	5,6	3,2	2,0	1,2
		NR											41	34	30	24	19	13
1000	277,8	V_k												3,9	3,0	2,4	1,9	1,6
		P_s												10,5	6,9	4,0	2,5	1,4
		NR												37	33	27	22	16
1500	416,7	V_k													4,6	3,6	2,8	2,4
		P_s													15,5	8,9	5,6	3,2
		NR													43	37	32	26
2000	555,6	V_k														4,7	3,8	3,2
		P_s														15,8	10,0	5,8
		NR														45	40	34
3000	833,3	V_k																4,7
		P_s																13,0
		NR																44
4000	1111,1	V_k																6,3
		P_s																23,0
		NR																52
5000	1388,9	V_k																7,9
		P_s																36,0
		NR																58

Simbología:

V_k = *Velocidad efectiva en m/s*
P_s = *Presión estática en Pa*
A_k = *Area efectiva en m²*

NOTA:

- Esta tabla de selección está basada en ensayos reales de laboratorio de acuerdo a las normas ISO 5219 (UNE 100.710) e ISO 5135 y 3741.

NR < 10

NR 10 - 25

NR > 25

Tipos: 20-45-H, 20-45-H-O, 20-45-V, 20-45-V-O, 20-45-H-FF, 20-45-V-FF, 21-45-H, 21-45-V, 21-45-H-O, 21-45-V-O

Ejemplo de selección

Caso 1. Montaje de rejilla en pared, con conducto.

Necesidades requeridas

Caudal de aire de extracción _____ 300 m³/h
Aplicación _____ Oficinas
Nivel sonoro requerido _____ inferior a 25 NR
Pérdida de carga admisible _____ Inferior a 5 Pa
Velocidad efectiva máxima _____ 3 m/s

Solución:

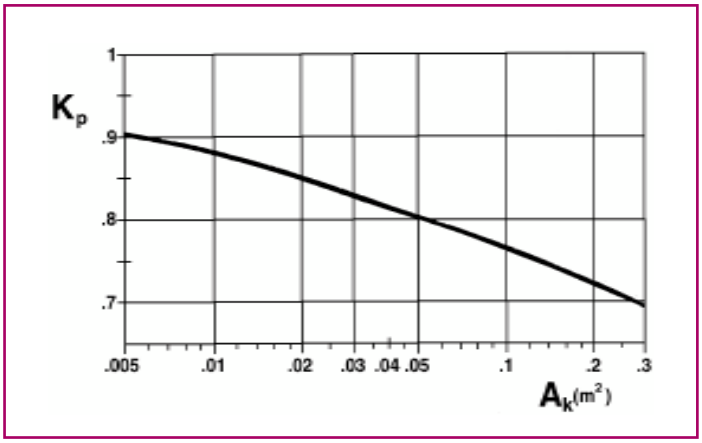
Mediante la tabla de selección de rejillas de retorno se obtiene:
Q (Caudal de aire) _____ 300 m³/h (ó 83,3 l/s)
V_k (Velocidad efectiva) _____ 2,1 m/s
NR (Nivel sonoro) _____ 22
P_s (Presión estática) _____ 4,1 Pa

Rejilla modelo 20-45-H de 600 x 150, 450 x 200 ó 350 x 250

Los datos obtenidos se ajustan a las necesidades requeridas.

Caso 2. Montaje de rejilla en pared, sin conducto (Aspiración Libre).

Volviendo al ejemplo anterior, suponiendo que la rejilla no va conectada a conducto, se deberá obtener el factor de corrección (k_p) de la siguiente figura.



Conociendo el área efectiva (A_k) de la rejilla y la presión estática en pared (P_s), que están expresadas en la tabla de selección, resulta:

$A = 0{,}0404\ m^2$
$K_p = 0{,}81$
$P_s = 4{,}1$ Pa
$P_s = P_s \cdot K_p$ $\quad P_s = 4{,}1 \cdot 0{,}81 = 3{,}32$ Pa

Caso 3. Montaje de rejilla en pared, sin conducto, con bastidor portafiltros y filtro.

En éste caso concreto (rejillas 20-45-H-FF y 20-45-V-FF), pueden darse dos variantes:

3.a. Que la rejilla lleve bastidor portafiltros pero no lleve incorporado el filtro. Entonces, la pérdida de carga y el procedimiento de selección será idéntico al del Caso 2, como si se tratara de una rejilla normal de extracción.

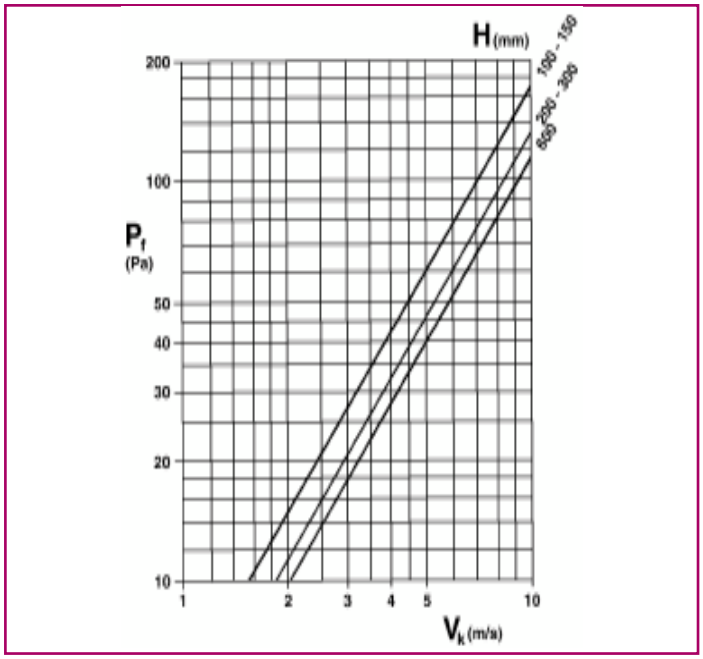
3.b. Que la rejilla lleve incorporados el bastidor portafiltros y filtro.

Tomando como base el ejemplo del Caso 1, y la corrección del Caso 2, se deberá obtener la velocidad efectiva (Vk) de la rejilla, partiendo de la tabla de selección:

$A_k = 0{,}0404$ m $\qquad V_k = 2{,}1$ m/s

Conociendo la velocidad efectiva (V_k) y la altura de la rejilla (H), por medio de la siguiente figura, se obtiene que la perdida de carga del filtro es de 12 Pa aprox. La pérdida de carga final sería la suma de la rejilla y la del filtro.

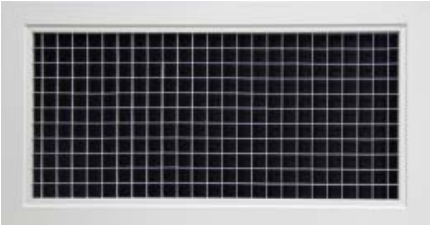
P_t (Presión estática total)
P_s (Presión estática en pared)
P_f (Presión estática del filtro)
$P_t = P_s + P_f$ $\qquad P_s = 3{,}32 + 12 = 15{,}32$ Pa



El gráfico es valido para un filtro limpio tipo VILEDON, P-15/150, S-EU-2 o similar.

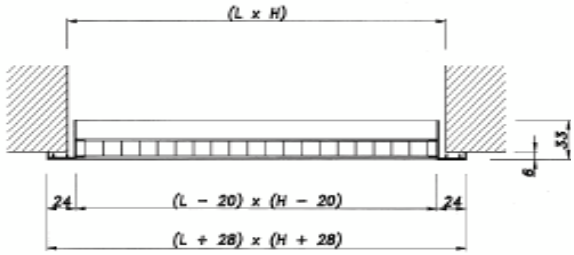
Para compuerta de regulación de caudal y montaje de marco metálico, ver **ACCESORIOS Y MONTAJE**.

Rejillas de retícula (retorno)



Descripción
Modelo 22-5, rejilla de retícula, construida en aluminio.

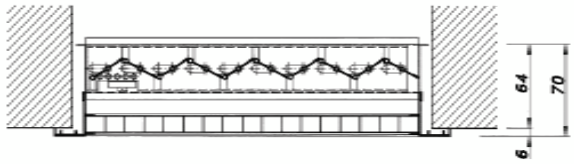
Acabados
Aluminio anodizado en su color. Acabados especiales bajo demanda.



22-5

Dimensiones sobre marco de montaje
En el montaje de rejillas sobre marco metálico, la dimensión de hueco se corresponde con la dimensión nominal de las rejillas. Así, una rejilla de 500 x 300, precisará un hueco de las mismas dimensiones.

Dimensiones sobre paramento para atornillar
En el montaje sobre paramento para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá dismi- nuirse 5 mm, tanto en largo como en alto, la dimen- sión nominal de la rejilla. Así para una rejilla de 500 x
300, el hueco deberá ser de 495 x 295.



22-5-O

Rejilla con compuerta de regulación
Accionamiento de la regulación por el frontal median- te un destornillador.

Identificación
En todas las descripciones de dimensión de rejillas, se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura. L x H es la dimensión de hueco libre. Cuando la rejilla no incorpora marco metálico y es preparada para atornillar, la dimensión del hueco será L-5 mm. x H-5 mm.

21-45	*Serie, rejilla de aluminio*
O	*Compuerta de regulación modelo 29-O* *Sin indicar nada, no va incorporada*
MM **Con MM** **Para MM**	*Sin indicar nada, la rejilla dispone de taladros para atornillar* *Marco metálico* *La rejilla se suministra con marco metálico* *La rejilla se suministra sin marco metálico, pero prevista para el montaje en el mismo*
L x H	*Longitud en mm. (sentido horizontal) x altura en mm. (sentido vertical)*

Tabla de selección (rejillas de retícula para retorno)

Q		Dim. [mm]	400x100 200x200	400x150 300x200 250x250	600x200 400x300 350x350	700x300 500x400 450x450	1000x350 900x400 600x600	1000x500 800x600 700x700	1300x500 1100x600 800x800	1600x500 1350x600 900x900	1650x600 1250x800 1000x1000
(m^3/h)	(l/s)	A_k (m^2)	0,0314	0,0489	0,1032	0,1769	0,3263	0,4485	0,5901	0,7512	0,9316
200	0,0	V_k (m/s)	1,8	1,1	0,5						
		p_s (Pa)	5,0	2,1	0,5						
250	0,0	V_k (m/s)	2,2	1,4	0,7	NOTA:					
		p_s (Pa)	7,8	3,2	0,7	- Esta tabla de selección está basada en ensayos reales de laboratorio					
300	0,0	V_k (m/s)	2,7	1,7	0,8	de acuerdo a la norma ISO 5219 (UNE 100.710).					
		p_s (Pa)	11,3	4,6	1,0						
350	0,0	V_k (m/s)	3,1	2,0	0,9	0,5					
		p_s (Pa)	15,3	6,3	1,4	0,5					
400	0,0	V_k (m/s)	3,5	2,3	1,1	0,6					
		p_s (Pa)	20,0	8,3	1,9	0,6					
450	0,0	V_k (m/s)	4,0	2,6	1,2	0,7					
		p_s (Pa)	25,4	10,5	2,3	0,8					
500	0,0	V_k (m/s)	4,4	2,8	1,3	0,8	0,4				
		p_s (Pa)	31,3	12,9	2,9	1,0	0,3				
600	0,0	V_k (m/s)	5,3	3,4	1,6	0,9	0,5				
		p_s (Pa)	45,1	18,6	4,2	1,4	0,4				
700	0,0	V_k (m/s)	6,2	4,0	1,9	1,1	0,6				
		p_s (Pa)	61,4	25,3	5,7	1,9	0,6				
800	0,0	V_k (m/s)		4,5	2,2	1,3	0,7				
		p_s (Pa)		33,0	7,4	2,5	0,7				
900	0,0	V_k (m/s)		5,1	2,4	1,4	0,8	0,6			
		p_s (Pa)		41,8	9,4	3,2	0,9	0,5			
1000	0,0	V_k (m/s)		5,7	2,7	1,6	0,9	0,6			
		p_s (Pa)		51,6	11,6	3,9	1,2	0,6			
1100	0,0	V_k (m/s)			3,0	1,7	0,9	0,7			
		p_s (Pa)			14,0	4,8	1,4	0,7			
1200	0,0	V_k (m/s)			3,2	1,9	1,0	0,7			
		p_s (Pa)			16,7	5,7	1,7	0,9			
1300	0,0	V_k (m/s)			3,5	2,0	1,1	0,8	0,6		
		p_s (Pa)			19,6	6,7	2,0	1,0	0,6		
1500	0,0	V_k (m/s)			4,0	2,4	1,3	0,9	0,7		
		p_s (Pa)			26,1	8,9	2,6	1,4	0,8		
1750	0,0	V_k (m/s)			4,7	2,7	1,5	1,1	0,8		
		p_s (Pa)			35,5	12,1	3,6	1,9	1,1		
2000	0,0	V_k (m/s)			5,4	3,1	1,7	1,2	0,9	0,7	
		p_s (Pa)			46,4	15,8	4,6	2,5	1,4	0,9	
2500	0,0	V_k (m/s)				3,9	2,1	1,5	1,2	0,9	0,7
		p_s (Pa)				24,7	7,2	3,8	2,2	1,4	0,9
3000	0,0	V_k (m/s)				4,7	2,6	1,9	1,4	1,1	0,9
		p_s (Pa)				35,5	10,4	5,5	3,2	2,0	1,3
3500	0,0	V_k (m/s)				5,5	3,0	2,2	1,6	1,3	1,0
		p_s (Pa)				48,3	14,2	7,5	4,3	2,7	1,7
4000	0,0	V_k (m/s)					3,4	2,5	1,9	1,5	1,2
		p_s (Pa)					18,6	9,8	5,7	3,5	2,3
4500	0,0	V_k (m/s)	**Simbología:**				3,8	2,8	2,1	1,7	1,3
		p_s (Pa)	V_k = Velocidad efectiva en m/s				23,5	12,4	7,2	4,4	2,9
5000	0,0	V_k (m/s)	P_s = Presión estática en Pa				4,3	3,1	2,4	1,8	1,5
		p_s (Pa)	A_k = Area efectiva en m^2				29,0	15,3	8,9	5,5	3,6
6000	0,0	V_k (m/s)					5,1	3,7	2,8	2,2	1,8
		p_s (Pa)					41,7	22,1	12,8	7,9	5,1
7000	0,0	V_k (m/s)						4,3	3,3	2,6	2,1
		p_s (Pa)						30,1	17,4	10,7	7,0

Tipo: 22-5

Ejemplo de selección

Montaje de rejilla para extracción de aire, situada en techo, sin compuerta de regulación.

Necesidades requeridas

Caudal de aire de extracción _____ 600 m^3/h
Aplicación _____ Biblioteca
Pérdida de carga requerida _____ inferior a 5 Pa
Velocidad efectiva máxima _____ 2 m/s

Solución:

Mediante la tabla de selección de rejillas de retícula para retorno se obtiene:

Q (Caudal de aire) _____ 600 m^3/h (ó 166,7 l/s)
V_k (Velocidad efectiva) _____ 1,6 m/s
P_s (Presión estática) _____ 4,2 Pa

Rejilla modelo 22-5 de 600 x 200, 400 x 300 ó 350 x 350

Los datos obtenidos se ajustan a las necesidades requeridas.

Dimensiones especiales

Además de las dimensiones normalizadas indicadas en la tabla de selección, ésta rejilla puede adaptarse a las modulaciones de falsos techos, sustituyendo fácilmente una de dichas placas. (600 x 600, 900 x 600, 600 x 300, etc.)

Generalidades

La retícula o celosía de lamas encastradas, está formada por cuadrados de 15 x 15 mm.

Su elevada superficie útil hace que pueda retornar caudales de aire elevados con una pérdida de carga mínima.

Su diseño se adapta perfectamente con la decoración de luminarias.

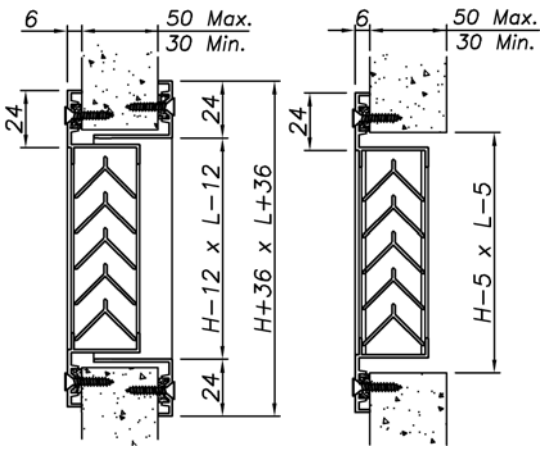
Rejillas de puerta (paso de aire)

Descripción

Modelo 24-S1, rejilla de aluminio con contramarco.
Modelo 24-S2, rejilla de aluminio sin contramarco.

Acabados

Aluminio anodizado en su color.
Acabados especiales bajo demanda.



24-S1 **24-S2**

Dimensiones para atornillar

En el montaje sobre puerta ó paramento para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse 5 mm, tanto en largo como en alto, la dimensión nominal de la rejilla. Así para una rejilla de 500 x 300, el hueco deberá ser de 495 x 295.

Identificación

En todas las descripciones de dimensión de rejillas, se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura.

24	*Serie, rejilla de aluminio*
S1 **S2**	*Rejilla con contramarco* *Rejilla sin contramarco*
L x H	*Longitud en mm. (sentido horizontal) x altura en mm. (sentido vertical)*

Tabla de selección (rejillas de puerta)

Q m³/h	Q l/s	Dim. (mm)	300x100 200x150	400x100 200x200	500x150 350x200	400x200 300x250	500x200 400x250	600x200 500x250 400x300	600x250 500x300	600x350 500x400	700x400 600x500
		A_k	0,0156	0,0208	0,0390	0,0448	0,0560	0,0684	0,0855	0,1218	0,1652
50	13,9	V_k	0,9	0,7	0,4						
		P_s	3,6	2,0	0,6						
60	16,7	V_k	1,1	0,8	0,4						
		P_s	5,1	2,9	0,8						
70	19,4	V_k	1,2	0,9	0,5	0,4					
		P_s	7,0	3,9	1,1	0,8					
80	22,2	V_k	1,4	1,1	0,6	0,5	0,4				
		P_s	9,1	5,1	1,5	1,1	0,7				
90	25,0	V_k	1,6	1,2	0,6	0,6	0,4				
		P_s	11,6	6,5	1,8	1,4	0,9				
100	27,8	V_k	1,8	1,3	0,7	0,6	0,5	0,4			
		P_s	14,3	8,0	2,3	1,7	1,1	0,7			
120	33,3	V_k	2,1	1,6	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4		
		P_s	20,5	11,6	3,3	2,5	1,6	1,1	0,7		
140	38,9	V_k	2,5	1,9	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5		
		P_s	28,0	15,7	4,5	3,4	2,2	1,5	0,9		
160	44,4	V_k		2,1	1,1	1,0	0,8	0,6	0,5		
		P_s		20,5	5,8	4,4	2,8	1,9	1,2		
180	50,0	V_k		2,4	1,3	1,1	0,9	0,7	0,6	0,4	
		P_s		26,0	7,4	5,6	3,6	2,4	1,5	0,8	
200	55,6	V_k			1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	
		P_s			9,1	6,9	4,4	3,0	1,9	0,9	
250	69,4	V_k			1,8	1,6	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4
		P_s			14,3	10,8	6,9	4,6	3,0	1,5	0,8
300	83,3	V_k			2,1	1,9	1,5	1,2	1,0	0,7	0,5
		P_s			20,5	15,6	10,0	6,7	4,3	2,1	1,1
350	97,2	V_k			2,5	2,2	1,7	1,4	1,1	0,8	0,6
		P_s			28,0	21,2	13,6	9,1	5,8	2,9	1,6
400	111,1	V_k				2,5	2,0	1,6	1,3	0,9	0,7
		P_s				27,7	17,7	11,9	7,6	3,7	2,0
500	138,9	V_k					2,5	2,0	1,6	1,1	0,8
		P_s					27,7	18,6	11,9	5,9	3,2
600	166,7	V_k						2,4	1,9	1,4	1,0
		P_s						26,7	17,1	8,4	4,6
700	194,4	V_k							2,3	1,6	1,2
		P_s							23,3	11,5	6,2
800	222,2	V_k							2,6	1,8	1,3
		P_s							30,4	15,0	8,1
900	250,0	V_k								2,1	1,5
		P_s								19,0	10,3
1000	277,8	V_k								2,3	1,7
		P_s								23,4	12,7
1200	333,3	V_k									2,0
		P_s									18,3
1400	388,9	V_k									2,4
		P_s									24,9
1600	444,4	V_k									2,7
		P_s									32,6

Simbología:

V = Velocidad efectiva en m/s
P_s = Presión estática en Pa
A_k = Area efectiva en m²

NOTA:

- Esta tabla de selección está basada en ensayos reales de laboratorio de acuerdo a la norma ISO 5219 (UNE 100.710).

Tipos: 24-S1, 24-S2

Rejillas de paso de puerta, tipo 24

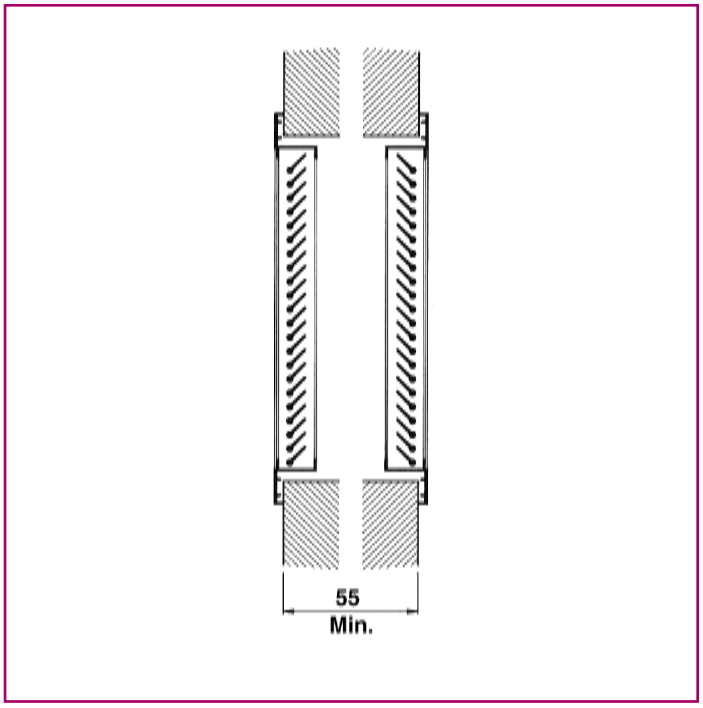
Generalidades

- Este tipo de rejillas se suministra siempre con bastidor punzonado para atornillar.

- La disposición de las aletas S-24 en «V» invertida, impide la visión a través de ella en puertas, tabiques, etc.

- La velocidad de paso recomendable para su selección es de 0,75 a 1,25 m/s.

- En la rejilla 24-S1 (con contramarco) se recomienda su instalación en paramentos de hasta 55 mm de grosor máximo. Para un espesor de paramentos superior, es recomendable la utilización de dos rejillas 20-45-H según se expresa en el siguiente detalle



Ejemplo de selección:

Datos

Montaje de rejillas en puerta, para paso de aire.

Necesidades requeridas

Caudal de paso de aire _____ 140 m^3/h
Aplicación _____ Oficinas generales
Pérdida de carga requerida _____ Inferior a 8 Pa
Velocidad máxima de paso _____ 1 m/s

Solución

Mediante la tabla de selección de rejillas de paso se obtiene:

Q (Caudal de aire) _____ 140 m^3/h (ó 38,9 l/s)
V_k (Velocidad efectiva) _____ 1 m/s
P_S (Presión estática) _____ 4,5 Pa

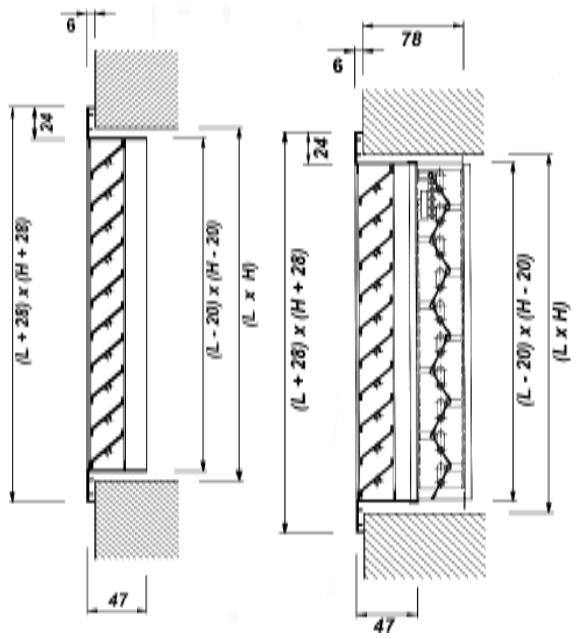
Rejilla modelo 24-S1 ó 24-S2 de 500 x 150 ó 350 x 200

Los datos obtenidos se ajustan a las necesidades requeridas.

Rejillas de toma de aire exterior ó expulsión de aire

Descripción
Modelo 25, rejilla de aluminio.

Acabados
Aluminio anodizado en su color. Acabados especiales bajo demanda.



25-H ó 25-V **25-H-O ó 25-H-O**

Dimensiones sobre marco de montaje
En el montaje de rejillas sobre marco metálico, la dimensión de hueco se corresponde con la dimensión nominal de las rejillas. Así, una rejilla de 500 x 300, precisará un hueco de las mismas dimensiones.

Dimensiones sobre paramento para atornillar
En el montaje sobre paramento para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse 5 mm, tanto en largo como en alto, la dimensión nominal de la rejilla. Así para una rejilla de 500 x 300, el hueco deberá ser de 495 x 295.

Rejilla con compuerta de regulación
Accionamiento de la regulación por el frontal mediante un destornillador.

Identificación
En todas las descripciones de dimensión de rejillas, se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura. L x H es la dimensión de hueco libre. Cuando la rejilla no incorpora marco metálico y es preparada para atornillar, la dimensión del hueco será L-5 mm. x H-5 mm. Bajo demanda puede suministrarse con malla antiinsectos.

25	*Serie, rejilla de aluminio*
H V	*Aletas horizontales* *Aletas verticales*
O	*Compuerta de regulación modelo 29-O* *Sin indicar nada, no va incorporada*
MM Con MM Para MM	*Sin indicar nada, la rejilla dispone de taladros para a tornillar* *Marco metálico* *La rejilla se suministra con marco metálico* *La rejilla se suministra sin marco metálico, pero prevista para el montaje en el mismo*
L x H	*Longitud en mm. (sentido horizontal) x altura en mm. (sentido vertical)*

Tabla de selección (de toma de aire exterior ó expulsión de aire)

Q (m^3/h)	Q (l/s)	Dim.(mm) / A_{eff} (m^2)	200x100 / 0,0054	250x100 / 0,0068	300x100 200x150 / 0,0081	400x100 200x200 / 0,0108	500x100 250x200 / 0,0135	600x100 400x150 300x200 / 0,0215	500x150 400x200 300x250 / 0,0269	600x150 450x200 / 0,0323	300x300 / 0,0360	800x150 / 0,0480	600x200 400x300 / 0,0480	800x200 400x400 / 0,0640	1000x200 800x250 / 0,0800	1000x300 750x400 / 0,1380	900x400 600x600 / 0,1801	1000600 / 0,3002
50	13,9	V_{eff} (m/s)	2,6	2,1	1,7	1,3	1,0											
		p_s (Pa)	11	7	5	3	2											
		dB(A)	24	<20	<20	<20	<20											
60	16,7	V_{eff} (m/s)	3,1	2,5	2,1	1,5	1,2											
		p_s (Pa)	15	10	7	4	2											
		dB(A)	29	24	20	14	9											
70	19,4	V_{eff} (m/s)	3,6	2,9	2,4	1,8	1,4	0,9										
		p_s (Pa)	21	13	9	5	3	1										
		dB(A)	33	28	24	<20	<20	<20										
80	22,2	V_{eff} (m/s)	4,1	3,3	2,7	2,1	1,6	1,0										
		p_s (Pa)	27	18	12	7	4	2										
		dB(A)	36	31	27	21	<20	<20										
90	25,0	V_{eff} (m/s)	4,6	3,7	3,1	2,3	1,9	1,2	0,9									
		p_s (Pa)	35	22	15	9	6	2	1									
		dB(A)	39	34	30	24	<20	<20	<20									
100	27,8	V_{eff} (m/s)	5,1	4,1	3,4	2,6	2,1	1,3	1,0									
		p_s (Pa)	43	27	19	11	7	3	2									
		dB(A)	41	37	33	27	22	<20	<20									
160	44,4	V_{eff} (m/s)	8,2	6,6	5,5	4,1	3,3	2,1	1,7	1,4	1,2							
		p_s (Pa)	110	70	49	27	18	7	4	3	2							
		dB(A)	53	48	44	38	34	24	<20	<20	<20							
200	55,6	V_{eff} (m/s)		8,2	6,9	5,1	4,1	2,6	2,1	1,7	1,5							
		p_s (Pa)		110	76	43	27	11	7	5	4							
		dB(A)		54	50	44	39	29	24	21	<20							
250	69,4	V_{eff} (m/s)			8,6	6,4	5,1	3,2	2,6	2,2	1,9	1,4	1,4	1,1				
		p_s (Pa)			119	67	43	17	11	8	6	3	3	2				
		dB(A)			55	49	45	35	30	26	24	<20	<20	<20				
300	83,3	V_{eff} (m/s)				7,7	6,2	3,9	3,1	2,6	2,3	1,7	1,7	1,3	1,0			
		p_s (Pa)				96	62	24	16	11	9	5	5	3	2			
		dB(A)				54	49	39	34	31	28	22	22	<20	<20			
400	111,1	V_{eff} (m/s)					8,2	5,2	4,1	3,4	3,1	2,3	2,3	1,7	1,4			
		p_s (Pa)					110	43	28	19	15	9	9	5	3			
		dB(A)					56	46	42	38	35	29	29	23	<20			
500	138,9	V_{eff} (m/s)						6,5	5,2	4,3	3,9	2,9	2,9	2,2	1,7	1,0		
		p_s (Pa)						68	43	30	24	14	14	8	5	2		
		dB(A)						52	47	43	41	35	35	29	24	<20		
600	166,7	V_{eff} (m/s)							6,2	5,2	4,6	3,5	3,5	2,6	2,1	1,2		
		p_s (Pa)							62	43	35	20	20	11	7	2		
		dB(A)							52	48	45	39	39	33	28	<20		
700	194,4	V_{eff} (m/s)								6,0	5,4	4,1	4,1	3,0	2,4	1,4	1,1	
		p_s (Pa)								59	47	27	27	15	10	3	2	
		dB(A)								52	49	43	43	37	32	21	<20	
800	222,2	V_{eff} (m/s)								6,9	6,2	4,6	4,6	3,5	2,8	1,6	1,2	
		p_s (Pa)								77	62	35	35	20	13	4	2	
		dB(A)								55	53	46	46	40	36	24	<20	
900	250,0	V_{eff} (m/s)									6,9	5,2	5,2	3,9	3,1	1,8	1,4	
		p_s (Pa)									78	44	44	25	16	5	3	
		dB(A)									55	49	49	43	38	27	21	
1000	277,8	V_{eff} (m/s)										5,8	5,8	4,3	3,5	2,0	1,5	
		p_s (Pa)										54	54	31	20	7	4	
		dB(A)										52	52	46	41	29	24	
1600	444,4	V_{eff} (m/s)													5,6	3,2	2,5	1,5
		p_s (Pa)													50	17	10	4
		dB(A)													53	41	35	25
2000	555,6	V_{eff} (m/s)														4,0	3,1	1,9
		p_s (Pa)														26	15	6
		dB(A)														47	41	30
3000	833,3	V_{eff} (m/s)															4,6	2,8
		p_s (Pa)															35	12
		dB(A)															51	40
3500	972,2	V_{eff} (m/s)															5,4	3,2
		p_s (Pa)															47	17
		dB(A)															55	44
4000	1111,1	V_{eff} (m/s)																3,7
		p_s (Pa)																22
		dB(A)																47

Simbología:

V_k = Velocidad efectiva en m/s
P_s = Presión estática en Pa
A_k = Area efectiva en m^2
dB(A) = Nivel de potencia sonora

NOTA:

- Esta tabla de selección está basada en ensayos reales de laboratorio de acuerdo a las normas ISO 5219 (UNE 100.710) e ISO 5135 y 3741.

Tipos: 25-H, 25-V, 25-H-O, 25-V-O

Ejemplo de selección:

Datos

Montaje de rejilla en pared, para toma de aire exterior, sin conducto.

Necesidades requeridas

Caudal de aire _____ 400 m^3/h
Aplicación _____ Almacén
Nivel sonoro requerido _____ Inferior a 25 NR
Pérdida de carga requerida _____ Inferior a 5 Pa
Velocidad máxima de paso _____ 2 m/s

Solución

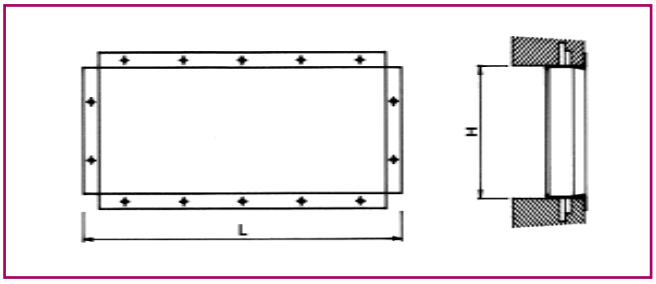
Mediante la tabla de selección de rejillas del tipo 25 se obtiene:

Q (Caudal de aire) _____ 400 m^3/h (ó 111,1 l/s)
V_k (Velocidad efectiva) _____ 1,7 m/s
NR (Nivel sonoro) _____ 22
P_S (Presión estática) _____ 4,5 Pa

Rejilla modelo 25-H de 800 x 200, 600 x 250 ó 500 x 300.

Los datos obtenidos se ajustan a las necesidades requeridas.

Accesorios y montaje

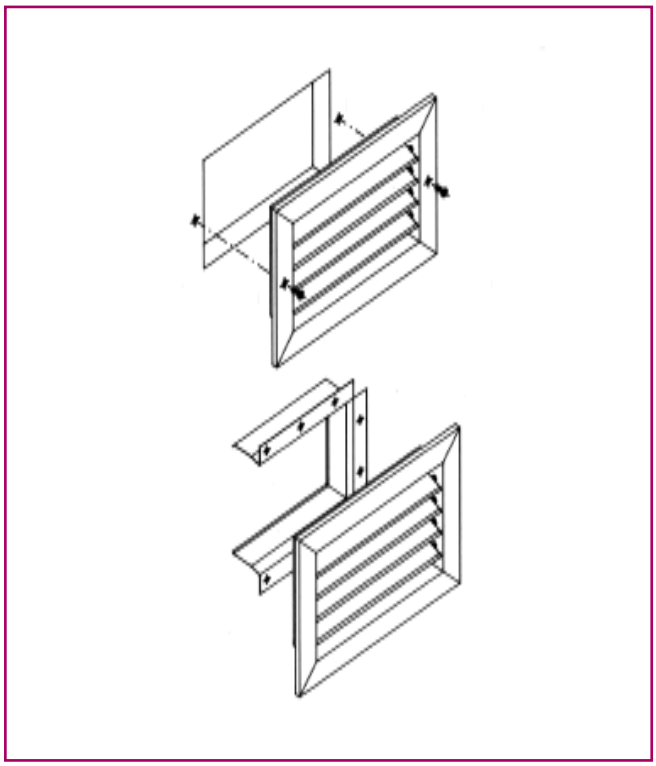


Tipo MM

Marco metálico para montaje de la rejilla.

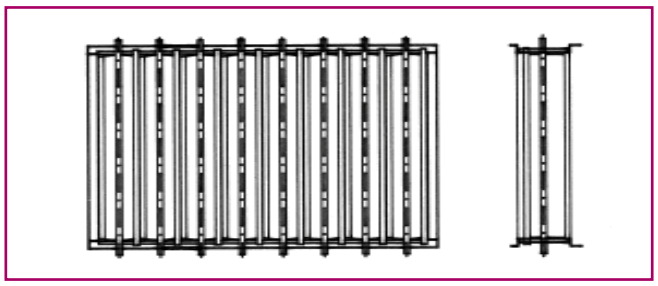
Fijación por tornillos

Presentando directamente la rejilla en el hueco, atornillar directamente sobre el paramento o conduc- to de chapa, etc. Para montaje en conductos de fibra, es recomendable la utilización del marco metálico de montaje MM.



Fijación sobre marco de montaje

Una vez recibido el marco metálico en el hueco del paramento (el marco metálico incorpora patillas de sujeción), presentar la rejilla. Presionando suavemen- te, por medio de los clips de presión, la rejilla queda perfectamente adosada al marco de montaje.
Nota: el marco de montaje se suministra siempre taladrado en todo su perímetro, ofreciendo la opción
de montaje por tornillos. Este procedimiento es más
útil para rejillas de tamaño grande o de gran peso, y
recomendable para montaje en techo.



Compuerta de regulación 29-0

Las compuertas de regulación 29-0 están construidas en chapa de acero galvanizado, con aletas opuestas. Son aplicables a cualquier tipo de rejilla (excepto portafiltros y rejillas de puerta). Su regulación se efectúa fácilmente desde el exterior con un destornillador.

La compuerta de regulación 29-O modifica lógicamente los valores de nivel sonoro y de pérdida de carga expresados en las tablas de selección.

En la siguiente tabla se detallan, para una determinada V_k, los factores de corrección a aplicar al nivel sonoro (NR) y a la pérdida de carga (P_s) dependiendo del porcentaje de apertura de la compuerta (min, 1/2, max):

APERTURA	P_s	NR
max	x 1,3	+ 2
1/2	x 4,0	+ 12
min	x 27,5	+ 24

Así mismo existe un factor de corrección en cuanto a nivel sonoro se refiere en función del A_k según se detalla en la tabla siguiente:

A_k (m²)	0,01	0,02	0,03	0,05	0,1	0,2
NR	-5,2	-1,9	0	+2,4	+5,8	+9,1

Dimensiones normalizadas de las rejillas (en mm)

Longitud (L) 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000

Altura (H) 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000

Bajo demanda pueden fabricarse dimensiones especiales.

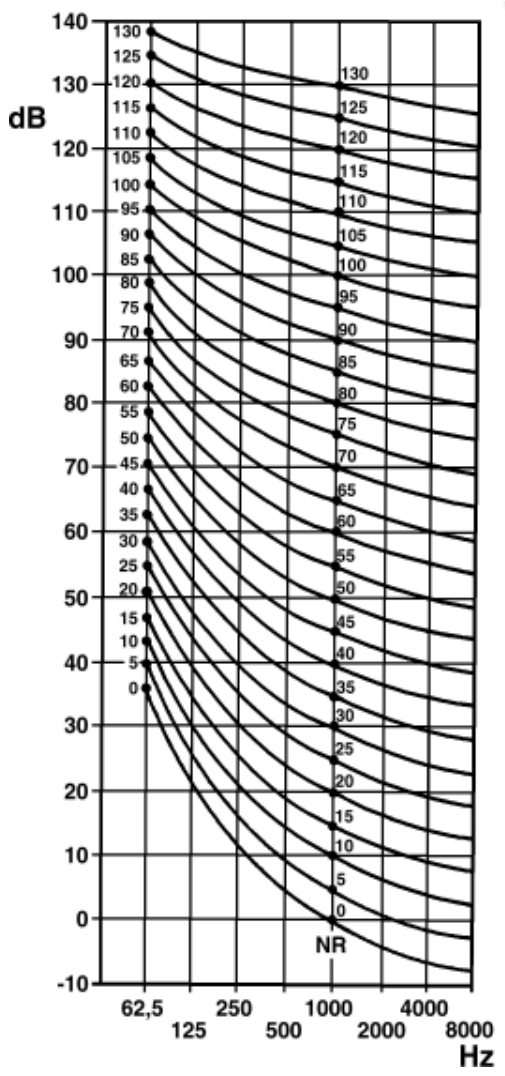
Datos de interés general

Niveles sonoros, curvas NR

A continuación se detallan los niveles sonoros recomendables para cada tipo de instalación.

Local	NR
Estudios de grabación/televisión	15
Salas de conciertos, quirófanos, bibliotecas	20
Salas de conferencias, iglesias, residencias, hoteles, oficinas privadas	25-30
Bancos, cafeterías, teatros, escuelas, restaurantes, edificios públicos	35-40
Supermercados, grandes almacenes, gimnasios	45-55
Tiendas, industria ligera	65

El sistema NR que gradualmente va supliendo al sistema NC, tiene la ventaja de incluir correcciones que se aplican a los criterios especificados, teniendo en cuenta el carácter del ruido, su duración y su localización (ver gráfico y correcciones siguientes).



Correcciones	dB
a) Tono puro, fácilmente audible	-5
b) Duración variable o intermitente	-5
c) Ruido sólo durante horas de trabajo	+5
d) Ruido durante el 25% del tiempo	+5
5%	+10
1,5%	+15
0,5%	+20
0,1%	+25
0,02%	+30
e) Suburbios residenciales	-5
Suburbios	0
Zonas residenciales urbanas	+5
Zonas urbanas cerca de industria ligera	+10
Zona industrial	+15

Velocidades recomendadas para unidades de distribución de aire

Estos valores son aproximados y se refieren a instalaciones de confort, ya que en utilizaciones industriales éstas velocidades pueden ser mayores.

En cualquier caso, se trata de datos orientativos.

Tipo de unidad terminal	utilización	(m/s)
Rejillas de simple y doble deflexión	*impulsión*	*2-3,5*
Rejillas de aletas fijas a 45°	*retorno*	*1,5-2,5*
Rejillas portafiltros	*retorno*	*1,5-2,5*
Rejillas para conducto circular en simple y doble deflexión	*impulsión*	*2-4*
Rejillas para conducto circular en simple deflexión	*retorno*	*1,5-3*
Rejillas de retícula	*retorno*	*2-3*
Rejillas de puerta	*paso de aire*	*0,75-1,25*
Rejillas de expulsión o toma de aire	*expulsión o toma*	*2,5-4,5*
Rejillas lineales, pared o techo	*impulsión*	*2-3,5*
Rejillas lineales, pared o techo	*retorno*	*1,5-2,5*
Rejillas lineales de suelo	*impulsión*	*1,5-2,5*
Rejillas lineales de suelo	*retorno*	*1,5-2,5*
Rejillas lineales para fancoils e inductores	*impulsión*	*2,5-4*
Rejillas lineales para fancoils e inductores	*retorno*	*1,5-2,5*
Rejillas lineales para cortinas de aire	*impulsión*	*3-6*
Rejillas lineales para cortinas de aire	*retorno*	*2,5-4*
Difusores circulares conos fijos	*impulsión*	*2-3*
Difusores circulares conos móvi	*impulsión*	*2,5-4,5*
Bocas de extracción	*retorno*	*1-1,5*
Difusores esféricos	*impulsión*	*3-9*
Difusores cuadrados y rectangulares	*impulsión*	*2-3,5*
Difusores lineales	*impulsión*	*2,5-4,5*
Difusores lineales	*retorno*	*1,5-2,5*

KOOLAIR, S.L.
Calle Urano, 26
Poligono industrial nº 2 – La Fuensanta
28936 Móstoles - Madrid - (España)
Tel: +34 91 645 00 33
Fax: +34 91 645 69 62
e-mail: info@koolair.com

www.koolair.com

8. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (B.O.E. de 23 de Abril de 1997).
- “Instrucciones Técnicas Complementarias” (ITE).
- Documento Básico DB-HR
- Documento Básico DB-HE
- Documento Básico HS
- Documento Básico SE
- “Guía técnica: Condiciones climáticas exteriores de proyecto” (IDAE).
- “DTIE 5.01: Cálculo de conductos” (ATECYR).
- “DTIE 4.01: Tubería. Cálculo de las pérdidas de presión y criterio de diseño” (IDAE).
- “Manual de aire acondicionado Carrier” (Marcombo).
- “Psicrometría” (Carlos J Renedo).
- “Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias” (Aenor).
- “Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión: Diseño, Cálculo, Seguridad y Montaje” (Antonio Colmenar Santos).